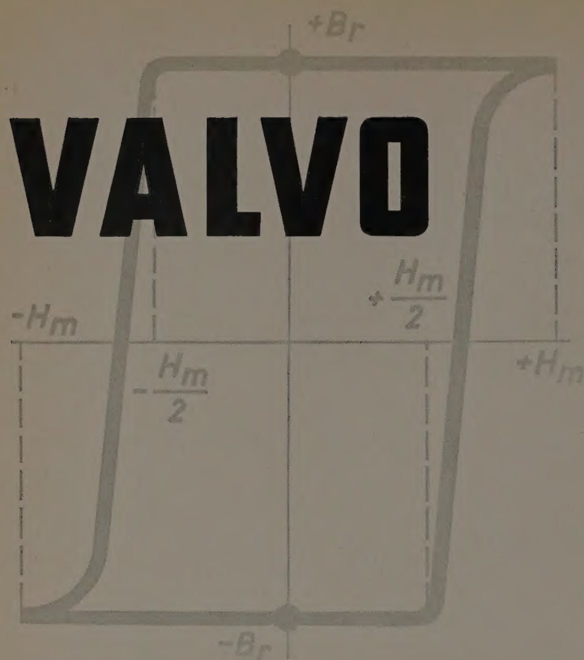
Heft 2 Seite 49-102 1. Jahrgang Mai 1959

R. Oldenbourg München und Wien

Postverlagsort München

Elektronische Rechenanlagen

Zeitschrift für Technik und Anwendung der Nachrichtenverarbeitung in Wissenschaft Wirtschaft und Verwaltung



RINGKERNE aus FERROXCUBE 6

MIT RECHTECKFÖRMIGER HYSTERESESCHLEIFE

Die Grundbausteine
für magnetische Kernspeicher
und magnetische Schaltkreise

VALVO Schaltkerne

werden aus zwei verschiedenen Materialien 6E und 6G1 hergestellt. Sie lassen sich u. a. für logische Schaltungen, Schieberegister, Ringzähler und Treiberstufen für Kernspeicher einsetzen, wobei man die Kerne aus dem Material 6E dort verwenden wird, wo es auf niedrige Schaltströme ankommt, während man auf die Kerne aus Ferroxcube 6G1 dann zurückgreifen wird, wenn kurze Schaltzeiten erforderlich sind.

Material	Typennummer	Koerzitivkraft (Richtwert) (A/cm)	Schaltkoeffizient (μs A/cm)	Außendurchmesser (mm)
6E	K5 281 25	0,3	0,75	6
6E	K5 281 20	0,3	0,75	10
6G1	K5 280 50	0,8	0,9	5
6G1	K5 280 45	0,8	0,9	8
6G1	K5 280 55	0,8	0,9	13,4
6G1	K5 280 60	0,8	0,9	26

VALVO Speicherkerne

liefern wir in sechs verschiedenen Sorten. Neben den bisher gefertigten Typen aus Ferroxcube 6 E 1, 6 E 2, 6 B 1 und 6 D 3 sind jetzt auch 1,27 mm-Kerne aus den neuen Materialien 6D4 und 6D5 mit kurzen Schaltzeiten bei verhältnismäßig niedrigen Umschaltströmen lieferbar. Diese Typen sind daher gut für schnelle Transistorschaltungen geeignet.

Material	Umschaltstrom bei 40 °C (mA)	Schaltzeit (μs)	Außendurchmesser (mm)
6E1	310	ca. 12	3,8
6E2	310	≤ 8,5	3,8
6D5	365	≤ 1,6	1,27
6B1	450	≤ 2,25	1,95
6D4	510	≤ 1,35	1,27
6D3	740	≤ 1,52	1,95

Die Speicherkerne werden einer zweimaligen strengen Prüfung unterworfen. Dabei sind die Bedingungen härter, als es der späteren Anwendung in Koinzidenzspeichern entspricht. Auf diese Weise ist ein absolut sicheres Arbeiten der Kerne in allen Schaltungen gewährleistet.

VALVO Speichermatrizen

dienen z. B. als Baueinheiten für Magnetkernspeicher. Sie stehen in zwei Standardrahmen zur Verfügung, die mit sämtlichen Speicherkerntypen, max. 32x32 bzw. 64x64 Kernen, bestückt werden können.

Auf Anfrage erteilen wir gern weitere Auskünfte und stellen Ihnen ausführliche technische Unterlagen zur Verfügung.

110359/250

VALVO GMBH HAMBURG 1



Elektronische Rechenanlagen

Zeitschrift für Technik und Anwendung der Nachrichtenverarbeitung in Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung.

Unter Mitwirkung des Fachausschusses 6 „Informationsverarbeitung" der Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE (NTG) herausgegeben im Verlag R. Oldenbourg, München und Wien.

Schriftleitung:
Dr. rer. nat. H. Billing, München, Dr.-Ing. H.-J. Dreyer, Stuttgart, Dipl.-Math. R. Herschel, Ulm, Dr. phil. nat. H. Kaufmann, München, Dr. techn. H. Zemanek, Wien

Büro der Schriftleitung:
D. Kroneberg, München 8, Rosenheimer Straße 145, Telefon: 44 98 31, Fernschreiber: 05/23789

Verlag und Anzeigenverwaltung:
R. Oldenbourg, München 8, Rosenheimer Straße 145, Telefon: 44 98 31, Fernschreiber: 05/23789
R. Oldenbourg, Ges. m. b. H., Wien III, Neulinggasse 26, Telefon: 72 62 58

Bezugsbedingungen:
Die Zeitschrift »Elektronische Rechenanlagen« erscheint vierteljährlich, jeweils im Februar, Mai, August und November.
Bezugspreis DM 40,— (Ausland DM 42,—) im Jahr zuzüglich Zustellgebühr, Einzelheft DM 12,—. Postscheckkonto München Nr. 5004, R. Oldenbourg.
Mitglieder der Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE (NTG) zahlen den ermäßigten Bezugspreis von DM 32,— im Jahr, sofern sie ihre Bestellung an die NTG-Geschäftsstelle in Frankfurt a. M., Osthafenplatz 6, richten.

[illegible]

INHALT Heft 2 · 1959

CONTENTS

Elektronische Rechenanlagen

Zeitschrift für Technik und Anwendung der Nachrichtenverarbeitung in Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung

1. Jahrgang 1959, Heft 2

Der Fortschritt von Wissenschaft und Technik ist mit einer immer stärkeren Spezialisierung verbunden. Diese Entwicklung wird oft beklagt, läßt sich aber weder vermeiden noch aufhalten. Gegenüber ihren Nachteilen, zu denen insbesondere ein Verlust an allgemeinem Überblick und größeren Gesichtspunkten gehören kann, bewährt sich in bemerkenswerter Weise das Hölderlin-Wort: ,,Wo aber Gefahr ist, wächst das Rettende auch.“ Denn gerade in unserer Zeit der Spezialisierung haben sich neben den weiter und weiter verzweigten Einzelgebieten doch auch neue umfassende Dachwissenschaften und Denkmethoden herausgebildet, von denen hier nur Psychosomatik, Soziologie und Kybernetik genannt seien.

Auch die elektronischen Rechenanlagen wirken, wie schon die Geleitworte von Professor Piloty zum ersten Heft dieser Zeitschrift erkennen lassen, im gleichen Sinne. Sie führen vieles bisher Getrennte aus Mathematik, Natur- und Geisteswissenschaften, Technik, Wirtschaft und Verwaltung zusammen und setzen an die Stelle des Engen und Besonderen — trotz der erforderlichen Detailarbeit oder vielleicht gerade durch sie — das Weite und Allgemeine. Welch reiches und noch nicht vollständig absehbares Land sie erschlossen haben, geht daraus hervor, daß sie keineswegs mehr lediglich zum Rechnen dienen. In unseren Tagen und vor unseren Augen hat sich vielmehr der Übergang zu beliebigen Arten der Informationsverarbeitung teils schon vollzogen, teils vollzieht er sich noch.

Als Mathematiker hebe ich in diesem Zusammenhang zwei weitere Dinge hervor. Erstens fördern die Rechenanlagen eine Wiedervereinigung der beiden seit mehr als 100 Jahren auseinandergefallenen und gegenseitig entfremdeten Hälften der Mathematik, der ,,reinen“ Mathematik und der ,,angewandten“ Mathematik. Zweitens erzwingen sie eine ,,Mathematisierung“ von kaufmännischen, organisatorischen, wirtschaftlichen und verwaltungsmäßigen Sachverhalten und Verfahren, die man bisher nur durch Worte, Gefühl und Tradition zu erfassen vermochte.

Wie ein Brennglas die Lichtstrahlen sammelt, so wird es demnächst eine große Tagung mit den Fachleuten und Problemen der Rechenanlagen tun, und zwar in bewußt moderner und zukunftsweisender Art. Die UNESCO veranstaltet diese ,,Internationale Tagung über Informationsverarbeitung“ (ICIP, International Conference on Information Processing) vom 15. bis 20. Juni 1959 im neuen UNESCO-Haus in Paris, 9, Place de Fontenoy. Mit der Tagung verbunden ist vom 13. bis 23. Juni im Grand-Palais eine Ausstellung von vollständigen Anlagen (unter anderem aus Japan und Amerika), Einzelteilen und Zusatzgeräten. Auch beschreibende Vorträge sollen gehalten werden.

Der erste ähnliche internationale Kongreß ,,Elektronische Rechenautomaten und Informationsverarbeitung“ fand in Darmstadt vom 25. bis 29. Oktober 1955 statt und hatte 530 Teilnehmer. In Paris erwartet man deren 1500 aus aller Welt. Aus Deutschland lagen bis Anfang April etwa 100 Anmeldungen vor. Die organisatorische Vorbereitung bei uns leistet DARA (Deutscher Ausschuß für Rechenanlagen).

In Darmstadt, wo beispielsweise zum ersten Male russische Entwicklungen entschleiert wurden, handelte es sich noch vorwiegend um die Rechenautomaten selbst, Bauelemente, Schaltkreis- und Speichertechnik. Demgegenüber traten Untersuchungen über Programmieren und numerische Mathematik zurück. Allgemeine Fragen klangen nur an.

In Paris ist es genau umgekehrt. Die Maschinen sind auf die Ausstellung verwiesen — entsprechend der Tatsache, daß Entwicklung und Bau von Rechenanlagen heute industriell erfolgen und hochwertige Erzeugnisse käuflich oder mietweise zur Verfügung stehen.

Die Tagung selbst kann sich deshalb auf die grundlegenden Probleme konzentrieren. Das Programm im einzelnen steht auf S. 58/59 dieses Heftes. Alle Teilnehmer erhalten vor der Tagung den in Englisch oder Französisch abgefaßten vollen Wortlaut der Vorträge.

Beim ersten Thema, ,,Methoden des numerischen Rechnens“, treten die Rundungsfehler und die partiellen Differentialgleichungen hervor. Das umfangreiche zweite Thema, ,,Logischer Entwurf von Ziffernrechnern“, zeigt den Wettbewerb zwischen Logik und Technik bei Verbesserung der Rechenanlagen und ihrer Anwendungsmöglichkeiten. Unter dem dritten Thema, ,,Gemeinsame Symbolsprache für Ziffernrechner“, berücksichtigen zwei Vorträge die von Mathematikern aus der Schweiz, den USA und Deutschland in internationaler Zusammenarbeit entwickelte algorithmische Formelsprache ALGOL. Sie gestattet, ein Rechenprogramm einheitlich für jeden beliebigen Rechenautomaten niederzuschreiben. Der Rechenautomat selbst übersetzt es dann mit einem (ein für allemal hergestellten) Übersetzungsprogramm in seine eigene Maschinensprache. Die Vorträge des vierten Themas, ,,Automatische Sprachübersetzung“, werden hoffentlich dazu anregen, auch in Deutschland dieses bei uns bisher vernachlässigte Gebiet zu pflegen. Das fünfte Thema, zu dem Professor Steinbuch von der TH Karlsruhe die Einführung und den allgemeinen Überblick gibt, umfaßt verschiedene Einzelgebiete: Zeichenerkennung, maschinelles Beweisen logischer und geometrischer Sätze, Sammeln, Speichern und Wiederauffinden von Information, Lernen der Maschinen.

Offenbar weist dieses Thema stark nach vorwärts. Das gilt noch mehr von einer Sondersitzung über Rechenanlagentechnik der Zukunft, womit die Zeit in etwa 10 Jahren gemeint ist. Mikrowellen, dünne Schichten, Kryotron, magnetische Materialien werden sicher eine große Anziehungskraft und eine suggestive Wirkung auf die Hörer ausüben. So bestätigt gerade diese Sondersitzung eine Stelle aus Goethes Faust, die als Motto über der Pariser Tagung wie über dem ganzen zauberhaften Gebiet der Rechenanlagen und der Informationsverarbeitung stehen kann:

> ,,Ins hohe Meer werd' ich hinausgewiesen,
> die Spiegelflut erglänzt zu meinen Füßen,
> zu neuen Ufern lockt ein neuer Tag.“

A. Walther

Notizen und Berichte

Die *Siemens & Halske AG*, München, hatte am 8. 4. 1959 zu einem Presseempfang eingeladen, um den Digitalrechner 2002 das erste Mal der Öffentlichkeit vorzustellen. Die anwesenden Pressevertreter hatten nicht nur Gelegenheit, den Rechner zu besichtigen, sondern wurden interessanterweise auch durch die Fertigung geführt, die nach modernsten Gesichtspunkten aufgebaut ist.

●

In einem Interview verlangte der Rektor der Universität Göttingen, Prof. D. *Otto Weber*, die Wissenschaftler von Verwaltungsarbeiten zu erlösen. Es sei einfach zu kostspielig, Verwaltungsberichte von Wissenschaftlern persönlich mit einem Finger tippen zu lassen. Prof. Weber gab der Hoffnung Ausdruck, daß eines Tages auch die Universitätsbehörden durch moderne Büroautomaten auf einen Stand gebracht würden, den andere Verwaltungsstellen längst erreicht hätten. Die Göttinger Kuratorialverwaltung sei beispielsweise von 1868 bis heute unverändert geblieben.

●

In Heft 1 unserer Zeitschrift veröffentlichten wir einen Beitrag von Herrn Prof. *K. Steinbuch* mit dem Titel „Nachrichtenverarbeitung". Bedauerlicherweise wurde für die englische Übersetzung dieses Titels ein irreführender terminus verwendet. Dem Wort „Nachrichtenverarbeitung" — so schreibt uns der Autor — entspricht im anglo-amerikanischen Sprachgebrauch der Ausdruck „Information Processing" mit den Unterabschnitten

Computer
Data Processing
Machine Control
Traffic Control usw.

Die Gliederung des Gebietes „Nachrichtenverarbeitung" („Information Processing") war im übrigen eindeutig aus dem erwähnten Aufsatz Prof. Steinbuchs zu ersehen; irreführend war lediglich der englische Titel, was zu Lasten der Schriftleitung geht und hiermit richtiggestellt sein soll.

●

Das mit der Planung der „International Conference on Information Processing" (Paris vom 15. bis 20. Juni 1959) beschäftigte Komitee hat in seiner letzten Sitzung einige Änderungen des Programms bekanntgegeben. Als wichtigster Punkt erscheint uns der Entschluß, am letzten Tag dieser Konferenz, nämlich am Samstag, den 20. Juni, nachmittags, eine Sitzung über „Future Techniques" abzuhalten. Wir veröffentlichen das vollständige Programm der Tagung auf den Seiten 58 und 59 dieses Heftes.

●

Vom 19. bis 23. Mai 1959 hält die *Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik* (GAMM) in Hannover ihre Jahrestagung ab. Auf Einladung haben bisher folgende Herren Vorträge zugesagt: *H. Görtler*, Freiburg: Die neuere Entwicklung der hydrodynamischen Stabilitätstheorie; *K. Magnus*, Stuttgart: Thema aus dem Gebiet der Regelungsmathematik; *W. Olszak*, Warschau: Über neuere Entwicklungsrichtungen in der Plastizitätstheorie; *K. Samelson*, Mainz: Der Stand der Entwicklung des Maschinenrechnens; *F. Schultz-Grunow*, Aachen: Rheologie der Suspensionen; *M. Strutt*, Zürich: Über einige Grundlagen und Anwendungen der Schaltalgebra.

Die Tagung findet im Hauptgebäude der TH Hannover, Welfengarten, statt, vormittags im Auditorium Maximum, nachmittags in den Hörsälen 40, 104, 105 und 120. Die Vortragsauszüge werden in der üblichen Weise in der ZAMM veröffentlicht. Örtlicher Tagungsleiter ist Prof. Dr. *Quade*.

●

Das Wirtschaftsförderungsinstitut der *Kammer der gewerblichen Wirtschaft für Oberösterreich* hielt Anfang April erstmals eine Konferenz über die Anwendung exakter Methoden zur Lösung von Betriebsführungsaufgaben ab (Linz, 6. und 7. April 1959). Unter anderen sprach Prof. Dr. *R. Inzinger* vom Mathematischen Labor der TH Wien über Erfahrungen bei der Lösung eines Transportproblems.

●

In Heft 1 (1959) der Communications of the *Association for Computing Machinery* (ACM) findet sich eine Zusammenstellung von Daten über vier russische Rechenanlagen. Berücksichtigt werden die schon länger bekannten Typen M-2, URAL, BESM und STRELA.

●

Das Internationale Rechenzentrum der UNESCO in Rom gibt seit April 1958 ein Nachrichtenbulletin in zwangloser Folge heraus. Neuerdings erscheinen die Hefte nicht nur in französischer, sondern auch in englischer Sprache. Das Internationale Rechenzentrum in Rom ist eine gemeinsame Gründung der UNESCO und des Nationalen Instituts für Angewandte Mathematik in Rom. Näheres über die Arbeit dieses Rechenzentrums werden wir im nächsten Heft der „Elektronischen Rechenanlagen" veröffentlichen.

●

Veranstaltet vom NTG-Fachausschuß 3 „Halbleiter" fand in Nürnberg vom 21. bis 24. April 1959 eine Fachtagung „Transistoren für hohe Frequenzen" statt. Örtlicher Tagungsleiter war Baurat Dipl.-Ing. *A. v. Weiss*. Den einführenden Vortrag hielt der Leiter des Fachausschusses 3, Prof. Dr.-Ing. habil. *J. Dosse*, Stuttgart. Nähere Einzelheiten über die vorgetragenen Themen, insbesondere über die Verwendung von Transistoren in Rechenanlagen, sollen im nächsten Heft veröffentlicht werden.

●

Die *Zuse* KG, Bad Hersfeld, konnte bisher 23 Maschinen vom Typ Z 22 verkaufen; davon sind 17 Maschinen bereits ausgeliefert. Außer an einer Reihe von Hochschulinstituten fand die Z 22 u. a. Aufstellung bei den *Österreichischen Stickstoffwerken* (Linz), bei den *Siemens-Schuckertwerken* (Erlangen), bei den *Farbenfabriken Bayer* (Leverkusen), beim *Agfa Camerawerk* (München) und dem *Hessischen Ministerium für Landwirtschaft und Forsten* (Wiesbaden).

●

Einige Vertreter der *Industrial Exhibitions Ltd.* (London) bereisten im März verschiedene europäische Großstädte und legten dabei ihr Programm für die im Mai 1960 geplante Internationale Ausstellung für Meßtechnik, Elektronik und Automatisierung vor. Die letzte Ausstellung dieser Art fand 1958 statt. Für 1960, 1962 und 1964 wurde von der Gesellschaft das Olympia-Ausstellungsgelände gemietet.

Das Programm dieser Ausstellung deckt sich im wesentlichen mit der im Jahre 1957 erstmals veranstalteten Düsseldorfer INTERKAMA. Da die nächste INTERKAMA

ebenfalls für 1960 geplant ist (19. bis 26. Oktober in Düsseldorf), dürften gewisse Überschneidungen wohl kaum zu umgehen sein. Die britischen Veranstalter sind sich dieser Tatsache bewußt und äußerten die Absicht, in den kommenden Jahren eine Regelung zu finden, die zu einer jährlichen Folge von Ausstellungen in den drei Ländern Deutschland, England und Frankreich führt und derart die Belastung für die Aussteller in zumutbaren Grenzen hält.

Für die genannte Londoner Ausstellung vom 23. bis 28. Mai 1960 läuft die Anmeldungsfrist am 1. Juni 1959 ab. Sämtlicher Schriftverkehr ist an die folgende Adresse zu richten: *Industrial Exhibitions Ltd., 9 Argyll Street, London W. 1, England.*

●

Wir berichteten in Heft 1 dieser Zeitschrift von der Aufstellung der ersten UCT-Rechenanlage (*Remington-Rand*) bei der Dresdner Bank in Hamburg. Inzwischen teilte die Remington Rand mit, daß bei ihr bis zum 20. März insgesamt 20 Bestellungen auf diese neue Rechenanlage eingegangen sind. So sollen UCT-Maschinen u. a. an folgenden Stellen eingesetzt werden: GEG (Hamburg), *Opal Strumpfwerke* (Menden), *Schweizerische Bankgesellschaft* (Zürich), *Edison Co.* (Mailand), *Fiat* (Turin).

●

Das 3. Kolloquium der *Gesellschaft für Technik und Wirtschaft e.V.* in Dortmund über elektronische Rechenanlagen war am 24. 3. 59 dem elektronischen Rechengerät ER 56 von Standard Elektrik Lorenz gewidmet. Dipl.-Math. *R. Basten*, Dipl.-Math. *W. Heydenreich* und Dipl.-Ing. *D. Solaro* berichteten über Aufbau, Programmierung, Einsatzmöglichkeit aus dem technischen und kommerziellen Bereich und gaben detaillierte Preise an.

●

Die Mathematische Abteilung der IBM Deutschland veranstaltete vom 25. bis 27. 2. 59 in Bad Liebenzell ein Seminar über technische Anwendungen ihrer elektronischen Rechengeräte, Tagungsleiter: Dipl.-Math. *Köhler*. Von seiten der IBM wurde referiert über IBM 704, IBM 709, IBM 7070 und mit Vorführungen über IBM 650, IBM 305, IBM 604 und IBM 628. Neuerdings sind bei der IBM 650 die Feldauswahl und sowohl die Eingabe als auch die Ausgabe von Lochkarten mit 15000 Karten/h (Abfühler IBM 543, Stanzer IBM 544) möglich. Aus dem Kundenkreis wurde über Beispiele aus der Regelungstechnik (Dipl.-Ing. *Hupe*, TH Hannover), der Turbinenberechnung (Dipl.-Math. *Lewe*, AEG Berlin), der Berechnung von Rohrleitungssystemen (Herr *Pleissner*, MAN Nürnberg), und der Berechnung von Beulwerten (Dipl.-Ing. *Scheer*, TH Darmstadt) berichtet. Prof. Dr. *Arnold* (Universität Würzburg) sprach über seine Berechnungen auf der IBM 704 (Faktorenanalyse zur Feststellung von Eignung und Begabung).

●

Im *Springer-Verlag* erschien im Januar das erste Heft der neuen Publikation „Numerische Mathematik". Diese Zeitschrift veröffentlicht auf breiter internationaler Grundlage Arbeiten, die sich mit allgemeinen Problemen des digitalen Rechnens, mit der Diskussion bestehender und mit der Entwicklung neuer numerischer Verfahren beschäftigen. Dabei sollen numerische und programmierungstechnische Gesichtspunkte im Vordergrund stehen. Beiträge aus dem Gebiet der Informationstheorie werden ebenfalls Aufnahme finden.

Die Zeitschrift erscheint zwanglos in einzeln berechneten Heften; sie wird herausgegeben von *R. Sauer* (München), *E. Stiefel* (Zürich), *J. Todd* (Pasadena) und *A. Walther* (Darmstadt). Das erste Heft (60 Seiten, DM 16,80) enthält unter anderem einen Bericht über die Formelsprache ALGOL von Prof. Dr. *A. J. Perlis*, Pittsburgh und Prof. Dr. *K. Samelson*, Mainz.

●

Im Rahmen ihrer „Stuttgarter Luftfahrtgespräche" hatte die *Arbeits- und Forschungsgemeinschaft „Graf Zeppelin" e. V.*, zusammen mit der *Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt e. V.*, am 20. März im Stuttgarter Flughafenhotel zu einer Tagung eingeladen. Zweck dieser Tagung war es, die deutsche Flugzeugindustrie und die mit der Abwicklung des Luftverkehrs in Berührung stehenden Organisationen mit der Technik und Arbeitsweise elektronischer Rechenanlagen bekannt zu machen.

In der Vormittagssitzung sprachen Dipl.-Math. *R. Herschel* (Telefunken, Ulm) über die Analogrechentechnik, Prof. Dr. *Samelson* (Universität Mainz) über das Rechnen mit digitalen Maschinen und Dr. techn. *H. Zemanek* (TH Wien) über die Schaltungstechnik digitaler Rechner. Am Nachmittag wurden dem Kreis der Gäste eine Reihe von Maschinen vorgestellt. Dr. *Everling* vertrat die IBM Deutschland, Dr. *H. Gumin* die Siemens & Halske AG, München, Dipl.-Math. *R. Basten* die Standard Elektrik Lorenz, *Th. Fromme* die Zuse KG, Bad Hersfeld, und Dr.-Ing. *K. Radius* die Telefunken GmbH, Backnang. Zur Sprache kamen die IBM-Maschinen 650, 704, 7070 und 7090, der Siemens-Digitalrechner 2002, der Standard-Elektrik-Rechner ER56, die Zuse-Maschine Z22 und der (hier erst zum zweitenmal in der Öffentlichkeit erörterte) Telefunken-Digitalrechner TR4.

●

Von der *Deutschen Forschungsgemeinschaft* wurde eine Broschüre „Elektronisches Rechnen" herausgegeben, die im Anhang eine interessante Zusammenstellung bietet. Danach werden bereits an zwanzig deutschen Hochschulen Vorlesungen oder Übungen über elektronische Rechenanlagen gehalten.

●

Die schon länger erwartete Fusion der beiden Firmen *British Tabulating Machine* und *Powers-Samas Accounting Machines* (Tochter der *Vickers Ltd.*) fand am 30. Januar 1959 statt. Aus diesem Zusammenschluß bildete sich die *International Computers and Tabulators Ltd.* (ICT) mit einem Gesellschaftskapital von 24 Millionen £. Auch die deutsche Vertretung der bisherigen Powers-Samas, bekannt als *Samas Lochkartenmaschinen*, ändert ihren Namen in *International Computers and Tabulators GmbH* mit dem Hauptsitz in Düsseldorf.

●

Trotz der amerikanischen Marktlage auf dem Rechenmaschinensektor gelang es der englischen Firma *Elliott Brothers*, vier ihrer Digitalrechner „National-Elliott 802" nach den USA — und zwar an die Firma *Panellit Inc.* — zu verkaufen. *Elliott Brothers Ltd.* (London) gehört zur *Elliott-Automation*-Gruppe, die ihrerseits ein Tochterunternehmen der amerikanischen *Panellit Inc.* ist. Bei der „National-Elliott 802" handelt es sich um eine sehr schnelle, volltransistorierte Einadressmaschine mit einem Kernspeicher für 1020 Worte. Die erste Maschine dieses Typs wird demnächst im englischen Reaktorzentrum Calder Hall eingeschaltet.

●

Die *United Kingdom Atomic Energy Authority* (UKAEA) wird eine der neuen Transistormaschinen der IBM, die IBM 7090, aufstellen.

●

Schon länger wird die Frage der Flugsicherung mit steigender Besorgnis betrachtet. Aber auch die in den letzten beiden Jahren in USA unternommenen Schritte zur Automati-

sierung des jetzigen Verfahrens für die Flugverkehrsleitung begegnen zum Teil heftiger Kritik. Hierüber schreibt *L. H. Young*, Mitarbeiter der Zeitschrift ,,Control Engineering", in Heft 1 (1959). Niemand habe sich bisher ernsthaft mit dem Problem einer durchgreifenden organisatorischen Regelung des Luftverkehrs befaßt. ,,Solange das aber nicht geschehen ist", heißt es in dem Artikel, "wird keines der im Entwurf befindlichen Kontrollsysteme zur Zufriedenheit arbeiten — selbst wenn es mit den modernsten Mitteln elektronischer Datenverarbeitung ausgestattet wird."

Anlaß zu diesem Bericht war die Meldung, daß die neu geschaffene *Federal Aviation Agency* (also eine staatliche Behörde) ein 1,8-Milliarden-Dollar-Programm ausgearbeitet hat; das auf fünf Jahre bemessene Programm sieht die Entwicklung und Einrichtung eines Netzes spezieller Datenverarbeitungsanlagen vor und schließt auch Fragen wie Navigation, Radarsteuerung und Flughafenplanung mit ein. Der Plan gründet sich auf ein von der Firma *General Precision Laboratories* entworfenes Kontrollsystem; die zentrale Rechenanlage soll von der Firma *Librascope* geliefert werden. Ziel ist die Automatisierung der gesamten Luftverkehrsregelung in den USA bis 1963.

Wenn man bedenkt, daß an einem gewöhnlichen Tag in den Vereinigten Staaten über 200000 Flüge mit Maschinen aller Gattungen ausgeführt werden, von denen nur knapp 10% das gegenwärtige Kontrollsystem benutzen — der (ungeregelte) Privatflugverkehr macht allein 80% der Gesamtflüge aus —, dann kann man verstehen, daß Kritiker den vorgelegten Plan für hoffnungslos halten. Was hier nach *L. H. Youngs* Bericht vielmehr dringend gebraucht wird, ist eine völlig neue Konzeption, die nicht das bestehende Kontrollsystem einfach automatisiert, sondern durch wirkliche Ausnutzung der Mittel der Nachrichtenverarbeitung ein auch für längere Zeit ausreichendes System schafft.

●

Ende Februar wurde eine viertägige Konferenz zum Thema ALGOL in Kopenhagen abgehalten. ALGOL heißt algorithmische Formelsprache, eine Symbolsprache, die ein Mittelding zwischen der üblichen mathematischen Formelsprache und den tatsächlichen Rechenmaschinenprogrammen darstellt. Sie ist das gemeinsame Produkt zweier Arbeitsgemeinschaften in Amerika (Ad-Hoc-Committee of the *Association for Computing Machinery*) und in Europa (Programmierungsausschuß der GAMM). Geschichte und Einzelheiten dieser Symbolsprache finden sich an anderer Stelle dieses Heftes.

Die Tagung in Kopenhagen sollte Gelegenheit für die Diskussion des ersten Berichtes geben, dem Informationsaustausch dienen und eine ,,hardware representation" (maschineneigene Sprache) für Fernschreiber-Ein- und -Ausgang vorbereiten. Diese Zwecke wurden voll erreicht.

Die Vertreter der zehn Länder — Dänemark, England, Finnland, Frankreich, Holland, Italien, Österreich, Schweden, Schweiz und Deutschland — diskutierten in englischer Sprache; den Vorsitz bei den verschiedenen Sitzungen hatten Prof. *F. L. Bauer* (Universität Mainz), Dr. *H. Bottenbruch* (Techn. Hochschule Darmstadt), Dipl.-Math. *R. Basten* (Standard, Stuttgart) und Prof. *K. Samelson* (Universität Mainz).

Die Dänen zeigten mit berechtigtem Stolz die elektronische Rechenanlage DASK des Kopenhagener Rechenzentrums. Die dänische Gruppe hatte die Tagung bestens vorbereitet, und Prof. *I. N. Bech* und Dr. *W. Heise* waren vorbildliche Gastgeber.

●

Direktor *Arthur Mehlis* (Vorstandsmitglied der *Standard Elektrik Lorenz* AG) ist vom Großen Senat der Technischen Hochschule Stuttgart zum Ehrensenator ernannt worden. In der Begründung heißt es: ,,Durch diese Ehrung sollen Ihre Verdienste um die Entwicklung der Wählvermittlungstechnik und um die Förderung des technischen Nachwuchses und der wissenschaftlichen Bestrebungen unserer Hochschule gewürdigt werden."

●

In amerikanischen Zeitschriften häufen sich neuerdings Artikel über die Aufstellung digitaler Rechenanlagen in Ölraffinerien. So hat etwa die bis vor kurzem auf dem Computer-Gebiet völlig unbekannte Firma *Daystrom* zusammen mit der *Universal Oil Products Co.* eine programmgesteuerte Versuchsanlage entwickelt. Einzelheiten darüber findet der Leser in den Zeitschriften ,,Petroleum Week" (März 13, 1959) und ,,Business Week" (März 7, 1959).

Hervorzuheben ist die mehrfach geäußerte Ansicht aus den entsprechenden Wirtschaftskreisen, daß die Erdöl-Industrie schon in nächster Zeit 100 Millionen Dollar pro Jahr für Rechenanlagen wird ausgeben müssen.

●

Das ,,Comite de Direction" der Association Internationale pour le Calcul Analogique (AICA) setzt sich aus folgenden Mitgliedern zusammen: *J. A. Brodin* (Frankreich), *R. Gomperts* (England), *R. Herschel* (Deutschland), *R. Fareau* (USA), *J. Hoffmann* (Belgien), *E. Gerecke* (Schweiz), *C. A. Ludeke* (USA), *L. Malavard* (Frankreich), *J. G. Michel* (England), *D. J. Panow* (UdSSR), *H. G. Nelson* (England), *F. Raymond* (Frankreich), *S. C. Redshaw* (England), *W. W. Seifert* (USA), *R. Tomovic* (Jugoslawien).

●

Unter den zum Teil beachtlichen Erweiterungsbauten, die der Messebesucher in Hannover in diesem Jahr wieder registrierte, befand sich auch die Halle 17 (Büroindustrie). Die zu den größten Bauten der Messe zählende Halle wurde in ihrer ganzen Breite um 21 m nach vorn verlängert, wodurch neben einem kleinen Restaurant rund 5000 m² Ausstellungsfläche gewonnen werden konnten. In den beiden Stockwerken standen damit der in- und ausländischen Büroindustrie 35000 m² zur Verfügung.

Annähernd die Hälfte der insgesamt 446 Aussteller zeigten irgendwelche Arten von Büromaschinen, deren Vielfalt die elektronischen Rechner nicht recht zur Geltung kommen ließ. Immerhin war auch hier das Angebot erstaunlich.

Unter Beschränkung auf die digitalen Rechenmaschinen mittlerer und großer Kapazität war folgendes zu notieren: *Standard Elektrik Lorenz* zeigte außer der Stantec ,,Zebra"-Maschine den ER 56. Am Stand der *Zuse KG* fand sich der Z 22-Rechner. Die *Remington Rand* hatte eine (für die Opal-Strumpfwerke bestimmte) UCT-Anlage aufgestellt. *Burroughs* zeigte den E 101 Digital Computer, *Royal McBee* den LGP-30 und *Siemens* den 2002-Digitalrechner. Am Stand der IBM waren die beiden bekannten Rechner IBM 305 RAMAC und IBM 650 aufgestellt; erstmalig in Hannover war die IBM 628 und der etwa schreibtischgroße Rechner IBM 610 zu sehen. Von der Firma *Bull (Exacta-Continental Büromaschinen)* wurde die ,,Gamma 3" vorgeführt.

Besondere Beachtung fand die Maschine der *International Computers and Tabulators* (siehe Seite 95 dieses Heftes) und der (ebenfalls in Deutschland zum erstenmal gezeigte) 802-Computer der *National Elliott*.

Bemerkenswert an dieser Ausstellung sind zwei Fakten — einmal das offenkundige Interesse ausländischer Herstellerfirmen am deutschen Markt und zum anderen das wachsende Angebot kleinerer, aber recht wendiger Maschinen, die wohl vornehmlich für mittelgroße Betriebe in Betracht kommen dürften.

John von Neumann



USIS Photo, Wien

Am 8. Februar 1957 starb John von Neumann im Walter-Reed-Hospital, Washington, an Krebs. Er wurde nur 53 Jahre alt. Wenn man an die Alterswerke großer Gelehrter vor ihm denkt, kann man ermessen, wie schwerwiegend sein früher Tod für die wissenschaftliche Welt ist. Wenn man weiter bedenkt, daß gerade er dazu berufen schien, eine umfassende Theorie der Automaten aufzubauen — viele seiner letzten Arbeiten führen in diese Richtung —, wird auch dem nur phänomenologisch interessierten Beobachter klar, daß hier eine eigentümliche und höchst bedeutungsvolle Art gedanklichen Vorgehens jäh ihr Ende fand.

Johann von Neumann, ältester von drei Brüdern, kam im Dezember des Jahres 1903 in Budapest zur Welt. Sein Vater, der Bankier Max von Neumann, ließ den Jungen zunächst privat unterrichten und schickte ihn als Zehnjährigen auf das Gymnasium. Das war 1914, wenige Monate vor Ausbruch des ersten Weltkrieges, der die Auflösung der Donaumonarchie zur Folge haben sollte. Vielleicht war die politisch-geistige Atmosphäre der ersten Dekade unseres Jahrhunderts in keiner anderen Stadt so voll Spannung wie in Budapest. Nach Neumanns eigenen Worten hat ihn die drängende Unsicherheit in den Gehirnen, jene fast vegetative Witterung für den sich vollziehenden Umbruch im geistigen Gefüge in entscheidender Weise geprägt.

Seine mathematische Begabung zeigte sich früh. Es begann damit, daß ein Lehrer bei seinem Vater erschien und ihm nahelegte, seinen Ältesten aus dem mathematischen Unterricht der Schule herauszunehmen. Als Privatlehrer bekam John daraufhin einen Mann namens Fekete, Assistent an der Budapester Universität, mit dem zusammen er auch später seine erste Arbeit veröffentlichte. Als er 1921 mit dem Abitur die Schule verließ, war er bereits ein fertiger Mathematiker. Die erwähnte Erstveröffentlichung, eine Arbeit über die Lage der Nullstellen gewisser Minimumpolynome, erschien noch vor Vollendung seines achtzehnten Lebensjahres.

Während der folgenden vier Jahre studierte John von Neumann an der Universität von Budapest Mathematik, hielt sich aber fast ausschließlich an der ETH Zürich auf, wo er sich dem Chemiestudium widmete. Auch in Berlin hörte er eine Reihe von Vorlesungen. Fast gleichzeitig promovierte er dann in Budapest als Mathematiker und bestand in Zürich sein Examen als Diplomingenieur der Chemie.

Im Jahre 1927 wurde er zunächst Privatdozent an der Berliner Universität. In der Folgezeit drang sein Ruf als Mathematiker, vor allem durch seine Arbeiten über Mengenlehre, Algebra und Quantentheorie, schon weit über alle Grenzen.

Im Sommer 1929 finden wir ihn als Privatdozenten an der Hamburger Universität, und 1930 hält er seine erste Gastvorlesung an der Princeton University. Bewogen einerseits durch die politische Entwicklung in Deutschland, andererseits durch die mißlichen Aussichten auf eine Professur, entschloß er sich im Jahre 1933, der Berufung auf den Lehrstuhl des Institute for Advanced Study in Princeton zu folgen.

Seine unglaublich zahlreichen Arbeiten auf den verschiedensten Gebieten der Mathematik können hier nicht erwähnt werden. Vereinfachend (und also auch vergröbernd) lassen sich aber drei Schwerpunkte seiner Forschertätigkeit herausstellen.

Das ist einmal (abgesehen von seinen berühmten Arbeiten über die Hilbertsche Beweistheorie, die wir hier übergehen) von Neumanns Beitrag zur mathematischen Begründung der Quantenmechanik. Sein 1932 bei Springer erschienenes Buch zu diesem Thema bot erstmalig das logisch-mathematische System zur Behandlung einer physikalischen Theorie, die bis dahin mehr intuitiv als rational und nicht ohne innere Widersprüche aufgebaut worden war.

Da ist zum anderen jenes Gebiet, das er wie niemand sonst befruchtete, ja eigentlich erst urbar machte: die Spieltheorie. Hier erschien bereits 1928 die richtungweisende Arbeit in den Mathematischen Annalen, „Zur Theorie der Gesellschaftsspiele". Zusammen mit Oskar Morgenstern entwickelte er daraus später die Übertragung auf volkswirtschaftliche Zusammenhänge, und 1944 entstand das Buch „Theory of Games and Economic Behavior". Alles was wir heute Operations Research nennen, beruht sehr weitgehend auf den dort vorgebrachten Gedankengängen.

Schließlich — und nicht nur „weil es in der Luft lag", sondern weil die ihm während des 2. Weltkrieges übertragenen Arbeiten für die Kernforschung dies verlangten — wandte er sich den elektronischen Rechenmaschinen zu. Es ist bezeichnend für die Größe seiner mathematischen Begabung, daß er auch hier das Wesentliche herausfand: die „interne Programmierung" eines Rechners, d. h. die Ausrüstung einer Maschine mit einer umfassenden, schon im logischen Entwurf steckenden Fähigkeit, mathematische Aufgaben der unterschiedlichsten Art zu bewältigen.

In den letzten Jahren seines Lebens flossen John von Neumanns Kenntnisse mehr und mehr zu einem Konzept zusammen, das man eine „Theorie der Automaten" nennen könnte. Sein nachgelassenes Buch, größtenteils auf dem Krankenlager geschrieben, hat den Titel „The Computer and the Brain". Wer es liest, wird begreifen, was eingangs gesagt wurde. *Kbg.*

International Conference on Information Processing (ICIP)

Präsident: *Howard H. Aiken* (USA)

Vizepräsidenten: *M. Goto* (Japan), *S. A. Lebedew* (UdSSR), *J. Mauchley* (USA), *J. Pérès* (Frankreich), *M. Picone* (Italien, *J. Garcia Santesmases* (Spanien), *A. van Wijngaarden* (Holland), *M. V. Wilkes* (England), *K. Zuse* (Deutschland)

Paris, Unesco-Gebäude, 15. bis 20. Juni 1959[1])

Programm der Hauptsitzungen

Montag, 15. Juni

10^h bis 12^h Eröffnung

15^h bis 18^h Methods of Digital Computing

Chairman: *R. de Possel* (Frankreich), Vice Chairman: *L. Amerio* (Italien), Opening Speaker: *J. Kuntzmann* (Frankreich)

Session on Errors and Approximations

F. Ceschino, J. Kuntzmann: Faut-il passer à la forme canonique dans des problèmes différentiels de conditions initiales? (Frankreich)

J. H. Wilkinson: Rounding errors in algebraic processes (England)

Ch. Blanc: Sur l'estimation des erreurs d'arrondi (Schweiz)

P. Henrici: Theoretical and experimental studies on the accumulation of error in the numerical solution of initial value problems for systems of ordinary differential equations (USA)

H. J. Maehly: Rational approximations for transcendental functions (USA)

D. B. Gillies: The exact determination of the characteristic polynomial of a matrix (USA)

Dienstag, 16. Juni

10^h bis 13^h Logical Design of Digital Computers

Chairman: *H. Yamashita* (Japan), Vice Chairman: *E. Stiefel* (Schweiz), Opening Speaker: *M. V. Wilkes* (England)

C. Strachey: Time sharing in large fast computers (England)

B. J. Loopstra: Input and output in the Xl-system (Holland)

W.F. Schmitt, A.B. Tonik: Sympathetically programmed computers (USA)

J. Bosset: Sur certains aspects de la conception logique du Gamma 60 (Frankreich)

A.L. Leiner, W.A. Notz, J. L. Smith, R. B. Marimont: Concurrently operating computer systems (USA)

15^h bis 18^h Common Symbolic Language for Digital Computers

Chairman: *A. Walther* (Deutschland), Vice Chairman: *Grace M. Hopper* (USA), Opening Speaker: *S. Gorn* (USA)

J. Poyen, B. Vauquois: A propos d'un language universel (Frankreich)

I. I. Basilewsky, Iu. A. Shreider, I. Ia. Akushsky: Methods of logical recursive and operator analysis and synthesis of automata (UdSSR)

F. G. Duncan, E. N. Hawkins: Pseudo-code translation on multi-level storage machines (England)

F. L. Bauer, K. Samelson: The problem of a common language, especially for scientific numerical work (motives, aims, restrictions and results of the Zurich Conference on ALGOL (Deutschland)

J. W. Backus: The syntax and semantics of the proposed international algebraic language of the Zurich ACM-GAMM Conference (USA)

Mittwoch, 17. Juni

10^h bis 13^h Methods of Digital Computing (Forts.)

Chairman: *A. Ghizzetti* (Italien), Vice Chairman: *J. Carteron* (Frankreich)

Session on Partial differential equations, applications and linear programming

A. A. Dorodnitzin: The sequence of the use of high-speed digital computers for the solution of partial differential equations (UdSSR)

L. Collatz: Methods of computation on digital computers for partial differential equations (Deutschland)

D. J. Evans: The solution of elliptic difference equations by stationary iterative processes (England)

R. S. Varga: Overrelaxation applied to implicit alternating direction methods (USA)

G. Letellier, R. Lattès: Résolution sur calculateur électronique d'un problème d'algèbre diophantienne (Frankreich)

G. R. Parisot: Les programmes logarithmiques — Application aux calculs des programmes convexes spécialement linéaires (Frankreich)

15^h bis 18^h Logical Design of Digital Computers (Forts.)

Chairman: *A. D. Booth* (England), Vice Chairman: *A. Swoboda* (ČSR)

W.L. van der Poel: Zebra, a simple binary computer (Holland)

M. Lehman: The specification development of a cost-limited digital computer (Israel)

F. B. Brooks Jr., G.A. Blaauw, W. Buchholz: Processing data in bits and pieces (USA)

S. A. Lebedew, K. Sulim: A new computing machine (UdSSR)

I. Ia. Akushsky, L. B. Emeljanow-Iaroslawsky, E. A. Kljamko, V. S. Linsky, G. D. Monachow: Methods of speeding-up the operation of digital computers (UdSSR)

G. Metze, J. E. Robertson: Elimination of carry propagation in digital computers (USA)

[1]) Weitere Auskünfte erteilt und Anmeldungen nimmt entgegen Prof. Dr. *A. Walther*, (16) Darmstadt, Technische Hochschule.

Donnerstag, 18. Juni

10^h bis 13^h AUTOMATIC TRANSLATION OF LANGUAGES

Chairman: *S. Comét* (Schweden), Vice Chairman: *M. Mastermann* (England), Opening Speaker: *D. Panow* (UdSSR)

V. E. Giuliano, A. G. Oettinger: Research on automatic translation at the Harvard Computation Laboratory (USA)

V. H. Yngve: The COMIT system for mechanical translation (USA)

K. E. Harper, D. G. Hays: The use of machines in the construction of a grammar and computer program for structural analysis (USA)

S. Takahashi, H. Wada, R. Tadenuma, S. Watanabe: English-Japanese machine translation (Japan)

I. K. Belskaia: Machine translation methods and their application to Anglo-Russian scheme (UdSSR)

15^h bis 18^h LOGICAL DESIGN OF DIGITAL COMPUTERS (Forts.)

Chairman: *A. S. Householder* (USA), Vice Chairman: *Ph. Dreyfus* (Frankreich)

H. Takahashi, E. Goto: Application of error correcting codes to multiway switching (Japan)

S. Muroga: Logical elements on majority decision — Principle and complexity of their circuit (Japan)

R. Vacca: A three valued system of logic and its application to base three digital circuits (Italien)

G. C. Tootill: The use of cyclic permuted chain codes for digitizers (England)

A. Swoboda: The numerical system of residual classes in mathematic machines (ČSR)

Freitag, 19. Juni

9.30^h bis 13^h PATTERN RECOGNITION AND MACHINE LEARNING

Chairman: *W. L. van der Poel* (Holland), Vice Chairman: *R. Inzinger* (Österreich), Opening Speaker: *K. Steinbuch* (Deutschland)

Session on Pattern recognition

H. Wada, S. Takahashi, T. Iljima, K. Okumura, K. Imoto: Electronic reading machine (Japan)

H. Sherman: A quasi-topological method for the recognition of line patterns (USA)

W. Sprick, K. Ganzhorn: An analogous method for pattern recognition by following the boundary (Deutschland)

H. Kazmierczak: The potential field as an aid for character recognition (Deutschland)

S. Frankel: Information-theoretic aspects of character reading (USA)

G. W. Hughes, M. Halle: On the recognition of speech by machine (USA)

15^h bis 18^h PATTERN RECOGNITION AND MACHINE LEARNING (Forts.)

Chairman: *I. I. Basilewsky* (UdSSR), Vice Chairman: *S. N. Alexander* (USA)

Session on Proving of logical propositions

A. Newell, J. C. Shaw, H. A. Simon: Report on a general problem-solving program (USA)

P. C. Gilmore: A program for the production of proofs for theorems derivable within the first order predicate calculus from axioms (USA)

H. Gelernter: Realization of a geometry theorem proving machine (USA)

B. Dunham, R. Fridshal, G. L. Sward: A non-heuristic program for proving elementary logical theorems (USA)

R. J. Solomonoff: A new method for discovering the grammars of phrase structure languages (USA)

Samstag, 20. Juni

10^h bis 13^h PATTERN RECOGNITION AND MACHINE LEARNING (Forts.)

Chairman: C. *Manneback* (Belgien), Vice Chairman: *L. Biermann* (Deutschland)

Session on machine learning and on collection, storage and retrieval of information

D. G. Willis: Plastic neurons as memory elements (USA)

S. N. Braines, A. V. Napalkow, Iu. A. Shreider: Analysis of the working principles of some self-adjusting systems in engineering and biology (UdSSR)

T. Kilburn, R. L. Grimsdale, F. H. Sumner: Experiments in machine learning and thinking (England)

M. E. Stevens: A machine model of recall (USA)

C. N. Mooers: Some mathematical fundamentals of the use of symbols in information retrieval (USA)

A. F. Parker-Rhodes, R. M. Needham: A reduction method for non-arithmetical data, and its application to Thesauric translation (England)

14.30^h bis 17.30^h COMPUTER TECHNIQUES OF THE FUTURE

Chairman: *I. L. Auerbach* (USA), Vice Chairman: *A. Speiser* (Schweiz)

Microwaves — Cryotron — Thin films — Magnetic techniques and ferrites

17.45^h bis 18.30^h SCHLUSSITZUNG

Programm der Symposien

Montag: 15. Juni 15^h bis 18^h

Leiter: *G. W. King* (USA)
Influence of very large Memory Designs and Capabilities on Information Retrieval

Leiter: *M. Goto* (Japan)
Switching Algebra

Dienstag: 16. Juni 15^h bis 18^h

Leiter: *J. Carteron* (Frankreich)
Relationship between Digital and Analog Computing

Leiter: *W. L. van der Poel* (Holland)
Logical Organization of very small Computers

Mittwoch: 17. Juni 15^h bis 18^h

Leiter: *S. Vajda* (England)
Linear Programming

Leiter: *R. W. Hamming* (USA)
Error Detection and Correction

Leiter: *B. W. Adkinson* (USA)
Collection, Storage and Retrieval of Information

Donnerstag: 18. Juni 15^h bis18^h

Leiter *D. G. Hays* (USA)
Machine Translation

Leiter: *A. Perlis* (USA)
Automatic Programming

Freitag: 19. Juni 15^h bis 18^h

Leiter: *R. Sauer* (Deutschland)
Numerical Analysis on Computers

Leiter: *N. M. Metropolis* (USA)
Logical Organization for very high speed Computers

Samstag: 20. Juni 15^h bis 18^h

Leiter: *J. H. Wilkinson* (England)
Methods for solving linear Systems

Leiter: *E. W. Dijkstra* (Holland)
Programming Procedures

Der elektronische Rechenautomat ER 56

The Electronic Digital Computer ER 56

von R. BASTEN und
H.-J. DREYER

Standard Elektrik Lorenz AG,
Informatikwerk Stuttgart

Elektron. Rechenanl. 1 (1959) 2
Manuskripteingang: 9. 4. 1959

Es wird ein digitaler Rechenautomat mit neuartiger Systemstruktur beschrieben. Diese Struktur ermöglicht das gleichzeitige Ablaufen mehrerer Operationen und das Anpassen der Ausstattung an die Erfordernisse des Benutzers.
Der Aufsatz beschäftigt sich mit der Grundstruktur, der zentralen Steuerung und einigen technischen Besonderheiten.

A digital computer with a novel structure of the system is described. This structure allows the simultaneous execution of several operations and the adaption of the computer to the requirements of the user.
This paper deals with the basic structure, the central processing unit and a few technical peculiarities.

Charakteristisch für digitale Rechenautomaten ist das Vorhandensein einer Programmsteuerung, die nach Eingabe einer Arbeitsanweisung und der erforderlichen Anfangswerte die gesamte Rechnung selbsttätig abwickelt. *Zuse* verwendet hierfür in seiner Z4 (1945) eine mehrfache Lochstreifensteuerung, die erstmals wiederholt aufrufbare Unterprogramme in Form von Lochstreifenschleifen benutzt. Im ENIAC, dem ersten schnellen elektronischen Rechenautomaten, wird das Programm durch Steckverbindungen zwischen Rechenelementen, Ziffernleitungen und Steuerleitungen und von Hand gesetzte Steuerungsschalter festgelegt [1]. *Burks, Goldstine* und *von Neumann* haben etwa zur gleichen Zeit in ihrer grundlegenden Arbeit über die logische Struktur von Rechenautomaten die Wahl eines einheitlichen Speichers für Zahlen und Befehle richtungweisend begründet [2]. Die Gleichstellung der beiden Informationsgruppen ermöglicht auf bequeme Art das Rechnen mit Befehlen, insbesondere mit den in ihnen vorkommenden Adressen. Damit können beispielsweise in Programmschleifen gleichbleibende Operationsvorschriften automatisch mit jeweils verschiedenen Operanden ausgeführt werden, etwa die Elemente einer Produktmatrix aus jeweils einer Zeile bzw. einer Spalte der Ausgangsmatrizen. Der Gedanke eines einheitlichen Speichers wurde erstmals in EDVAC [3] und EDSAC [4] verwirklicht.

In der weiteren Entwicklung der elektronischen Rechenautomaten läßt sich das Bestreben verfolgen, durch geeignete innere Organisation mehrere Vorgänge im Rechner gleichzeitig ablaufen zu lassen. Beispielsweise wird dazu beim Rechnen mit Befehlen ein Adressenrechenwerk mit Indexregistern und eigenem Addierwerk benutzt; bei der Eingabe und Ausgabe werden Pufferspeicher zwischengeschaltet, die während der eigentlichen Rechnung Information mit niedriger Geschwindigkeit von außen aufnehmen bzw. dorthin abgeben, sie jedoch mit hoher Geschwindigkeit in den Arbeitsspeicher weitergeben bzw. von dort übernehmen.

Pufferspeicher sind — technisch gesehen — meist vom gleichen Typ wie der Arbeitsspeicher, der das im Augenblick ablaufende Programm oder Programmstück und das zugehörige Zahlenmaterial enthält. Pufferspeicher sind aber auf Grund ihrer Einordnung in die Gesamtstruktur des betreffenden Rechenautomaten und der damit verbundenen besonderen Aufgaben nicht in derselben Weise für den eigentlichen Programmablauf nutzbar wie der Arbeitsspeicher selbst. Beim ER 56 erstrebten wir eine gute Nutzung aller Einheiten des Rechners durch eine Grundstruktur, bei der kein Unterschied zwischen Arbeitsspeicher und Pufferspeichern besteht und die verschiedenartigen Operationen weitgehend gleichzeitig ablaufen können.

Die Grundstruktur des ER 56

Die gesamte Kapazität an Ferritkernspeichern des ER 56 ist im Arbeitsspeicher vereinigt. Dieser besteht aus einer frei wählbaren Anzahl getrennter Speichereinheiten gleicher oder verschiedener Größe, die voneinander unabhängig sind und gleichzeitig arbeiten können. Diesen gleichberechtigten Ferritkern-Teilspeichern des Arbeitsspeichers stehen alle übrigen „Werke" des ER 56 gegenüber: Kommandowerk, Rechenwerk, alle Ergänzungsspeicher und Eingabe- und Ausgabegeräte. Der Informationsfluß zwischen Teilspeichern und Werken wird — wie in untenstehendem Strukturdiagramm des ER 56 ersichtlich — vom elektronischen Koordinatenschalter vermittelt. Jedes Werk kann mit jedem Teilspeicher in Verbindung treten, und mehrere solcher Verbindungen können ohne gegenseitige Störung gleichzeitig bestehen. Die zentrale Steuerung im Kommandowerk stellt die elektronischen Durchschaltungen in den Kreuzungspunkten nach dem jeweiligen Rechenprogramm her und sorgt für reibungslosen Ablauf und die Einhaltung der Reihenfolge der Programmschritte.

Diese Struktur des Gesamtsystems (Bild 1) läßt die einzelnen Ferritkern-Teilspeicher in wechselnder Folge als Arbeitsspeicher oder als Pufferspeicher wirksam werden. Sie ist auch die Grundlage für den gleichzeitigen Ablauf von Operationen wie Rechnen, blockweises Übertragen von und zu den verschiedenen Ergänzungsspeichern, Lesen, Stanzen, Drucken usw.

Die damit erreichte gute Ausnutzung des gesamten Ferritkernspeichers und die Zeiteinsparungen durch den mehr-

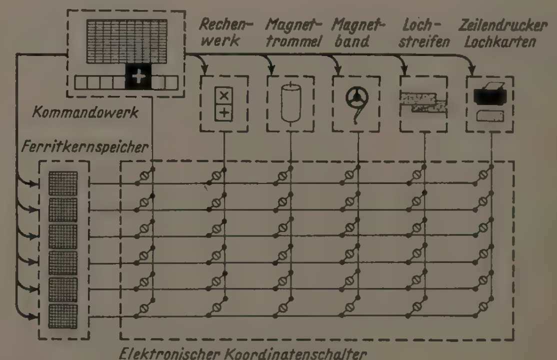


Bild 1. Strukturdiagramm des ER 56.



Bild 2.
Bedienungsfeld.

gleisigen Operationsablauf tragen zur hohen Wirtschaftlichkeit des ER 56 bei. Die Grundstruktur des ER 56 bietet darüber hinaus die Möglichkeit, sowohl die Ferritkern-Teilspeicher des Arbeitsspeichers als auch die Art und Anzahl der Ergänzungsspeicher (Magnettrommeln, Magnetbänder usw.) und Eingabe- und Ausgabegeräte (Lochstreifen, Lochkarten, Drucker, Analoggeräte usw.) ganz nach Wunsch auszuwählen. Die Möglichkeit, beliebige Zusammenstellungen solcher Einheiten an den elektronischen Koordinatenschalter anzuschließen, gestattet dem Benutzer, die Rechenanlage seinen Problemen oder betrieblichen Gegebenheiten entsprechend auszurüsten und sie später an geänderte Anforderungen anzupassen.

Die zentrale Steuerung der Anlage

Das Kommandowerk steuert die Zusammenarbeit der verschiedenen Einheiten der ER 56-Anlage und die richtige Reihenfolge der Befehle bei der Programmausführung. Die Steuerung der Operationsabläufe im einzelnen ist nicht Aufgabe des Kommandowerkes, sondern wird dezentral von den betreffenden Werken vorgenommen. Für die Abwicklung des reibungslosen, mehrgleisigen Operationsablaufes gibt es bei jedem Werk einen „Werkmerker" und eine Gruppe von „Teilspeichermerkern". Das sind Flipflops, deren Stellung angibt, ob dieses Werk noch mit der Ausführung einer Operation beschäftigt ist, und mit welchem Teilspeicher es gegebenenfalls noch in Verbindung steht. Die Teilspeichermerker nehmen auch die elektronische Durchschaltung der einzelnen Kreuzungspunkte des elektronischen Koordinatenschalters vor.
Beim Ablauf eines Programms ruft das Kommandowerk einen Befehl nach dem anderen aus dem Arbeitsspeicher ab, führt gegebenenfalls eine Adressenumrechnung aus und prüft an Hand der Stellung der genannten Merker, ob das Werk und der Teilspeicher, die in diesem Befehl angesprochen werden, frei sind. Wenn beide Freimeldungen vorliegen, wird erstens die Operationsangabe des Befehls zu diesem Werk übertragen und dessen Werkmerker gesetzt, womit die Ablaufsteuerung für die Operation angestoßen ist. Zweitens wird in der Gruppe der Teilspeichermerker dieses Werkes der dem angesprochenen Teilspeicher zugeordnete Merker gesetzt. Dadurch ist auch der Teilspeicher „belegt" und der das Werk und den Teilspeicher verbindende Kreuzungspunkt des elektronischen Koordinatenschalters durchgeschaltet. Drittens wird noch die Adressenangabe des Befehls zum angesprochenen Teilspeicher übertragen und dort die Speicherzelle gewählt. Damit hat das Kommandowerk alles für die Ausführung dieses Befehls vorbereitet. Das Werk steuert den weiteren Ablauf des betrachteten Befehls und liefert den Arbeitstakt für den mit ihm verbundenen Ferritkern-Teilspeicher. Sobald die in diesem Ablauf enthaltene Informationsübertragung zwischen Teilspeicher und Werk beendet ist, löscht die Ablaufsteuerung den Teilspeichermerker, so daß der Teilspeicher schon für weitere Befehlsabläufe zur Verfügung steht, auch wenn das Werk noch durch die Verarbeitung der Information belegt ist. Dadurch überlappen sich Befehlsausführung und Befehlsaufruf in den meisten Fällen auch dann, wenn Befehle und Operanden im gleichen Teilspeicher stehen, was bei Unterprogrammen häufig vorkommt.
Während der Ausführung des betrachteten Befehls ruft das Kommandowerk den nächsten Befehl — Freimeldung des ihn enthaltenden Teilspeichers vorausgesetzt — aus dem Arbeitsspeicher und veranlaßt seine Ausführung, wenn er ein freies Werk und einen freien Teilspeicher beansprucht. Andernfalls bleibt das Kommandowerk in Wartestellung, bis die Freimeldung vollständig ist.
Auf diese Weise wird erreicht, daß die verschiedenen Eingabe- und Ausgabeoperationen sowie Blockübertragungen zwischen den Ferritkern-Teilspeichern des Arbeitsspeichers und den Ergänzungsspeichern gleichzeitig und neben der eigentlichen Rechnung ablaufen.
Der elektronische Koordinatenschalter stellt die Verbindung zwischen den Werken und den Ferritkern-Teilspeichern in beiden Richtungen her. Man kann ihn sich in zwei Ebenen ausgeführt denken, eine Ebene für Übertragungen von Werken zu Teilspeichern, die andere für Übertragungen von Teilspeichern zu Werken. Wenn ein Werk ausschließlich Eingabefunktion oder Ausgabefunktion hat, wird die betreffende Spalte des elektronischen Koordinatenschalters nur zur Hälfte ausgenutzt. Aus diesem Grunde können Spalten „gesplittet" ausgeführt werden. Sie sind dann mit getrennten Werkmerkern und Gruppen von Teilspeichermerkern für die Eingaberichtung und die Ausgaberichtung ausgerüstet. Eine gesplittete Spalte dient also zum Anschluß eines Eingabegerätes und eines Ausgabegerätes nebeneinander, wobei die beiden Geräte unabhängig voneinander mit verschiedenen Teilspeichern zusammenarbeiten können.

Die Verschlüsselung der Dezimalziffern

Für die Null-Eins-Verschlüsselung der Dezimalziffern wurde der (2 aus 5)-Code gewählt. Dem höheren Aufwand bei der Speicherung steht gegenüber, daß jeder einzelne, möglicherweise auftretende Fehler durch eine formale Code-Prüfung mit Sicherheit erkannt werden kann. Innerhalb der Schaltungen für die Ausführung der arithmetischen Operationen wird der (1 aus 10)-Code benutzt; der in einem späteren Abschnitt beschriebene Aufbau der Rechenschaltungen führt darüber hinaus zu einer Prüfung der arithmetisch richtigen Ausführung der Grundrechenarten.

Die Befehlsliste

Die Befehlsliste des ER 56 berücksichtigt das bequeme Programmieren von Routinearbeiten, enthält andererseits aber auch viele spezielle Operationen, die beim Aufbau

komplizierter Programme und knapper, leistungsfähiger Bibliotheksprogramme nützlich sind. Besonders berücksichtigt wurden Operationen zur inneren Programmorganisation.

Das Kommandowerk enthält ein Adressenrechenwerk mit 10 Indexregistern und einer eigenen Addier/Subtrahier-Einheit. Neun Indexregister stehen für automatische Adressenumrechnung der Befehle jeweils vor ihrer Ausführung zur Verfügung. Das neunte Indexregister ist identisch mit dem Befehlsfolgezähler, wodurch das direkte Programmieren mit relativen Adressen sehr einfach wird. Das zehnte Register ist das spezielle Rücksprungregister, das bei Sprüngen automatisch den alten Stand des Befehlsfolgezählers übernimmt und durch besondere Befehle zugänglich ist. Zwanzig Befehle dienen dem direkten Arbeiten mit den Indexregistern, unter anderem für Vergleiche, deren Ergebnisse für bedingte Sprünge zur Verfügung stehen.

Die Rechenbefehle selbst sind sehr vielseitig. Arithmetik in festem Komma ist für 13 Dezimalen und Vorzeichen, aber auch für 6 Dezimalen und Vorzeichen, gerundet und ungerundet vorhanden; auch Arithmetik in gleitendem Komma für 11 Dezimalen und Vorzeichen bei einem Exponentenbereich ± 49 ist eingebaut. In beiden Fällen gibt es auch die notwendigen Befehle für das Rechnen mit mehrfacher Zahlenlänge. Bei gleitendem Komma ist auch die „echte" Null darstellbar; erwähnenswert sind noch spezielle Befehle zur getrennten Verarbeitung der Exponenten. Die Vergleichsbefehle im Rechenwerk zum Vergleich zweier Zahlen oder ihrer Beträge ohne Veränderung des Akkumulators und des Speichers stellen das Vergleichsergebnis für bedingte Sprünge bereit.

Das Arbeiten mit logischen Entscheidungen wurde besonders ausgebaut. Neben den üblichen bedingten Sprungbefehlen in Abhängigkeit von den Vergleichsergebnissen gibt es beispielsweise 9 weitere Sprungbefehle in Abhängigkeit von der Lage von 9 „Merk-Flipflops". Sie lassen sich unbedingt setzen und löschen, aber auch in Abhängigkeit von vielerlei Bedingungen, und werden durch Abfragen nicht geändert. Das „Q-Zeichen" zum Markieren von Zahlen

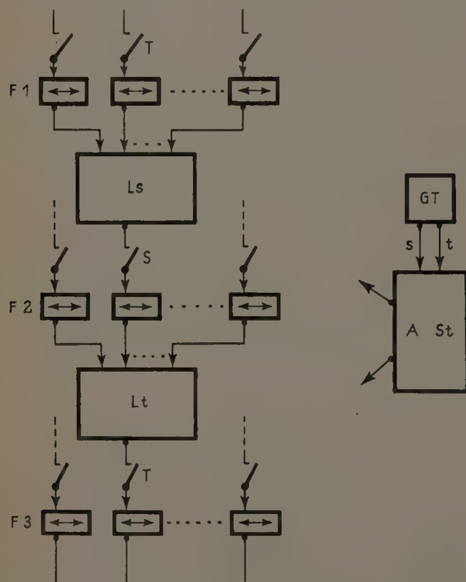


Bild 3. Informationsverarbeitung im Zweischrittspiel.
F1 ... F3: Speicherelemente
Ls, Lt: Logische Verknüpfungsnetze
S, T: Mit Halbtakten *s*, *t* betätigte elektronische Schalter
ASt: Ablaufsteuerung
GT: Grundtaktgenerator

und das Verzweigen in Abhängigkeit hiervon ist ein weiteres, sehr leistungsfähiges Hilfsmittel zur übersichtlichen Organisation stark vermaschter Programme.

Der gleichzeitige Ablauf mehrerer Operationen ist besonders für die Ein- und Ausgabe von Nutzen. Während des Programmablaufs können erst in späteren Programmteilen benötigte Daten noch einlaufen, und gleichzeitig können die ersten Ergebnisse bereits ausgedruckt werden. Vollen Nutzen kann man aus dieser Gleichzeitigkeit erst dann ziehen, wenn die Ein- und Ausgabeoperationen die Möglichkeit bieten, mit einem Befehl eine variable Anzahl von Wörtern zu übertragen. Andernfalls könnte es beispielsweise nötig werden, die in einem kurzen Programmabschnitt anfallenden Ergebnisse mit mehreren Befehlen auszugeben. Wenn man dabei ein Warten des Kommandowerks vermeiden will, muß man den weiteren Programmablauf zeitlich recht genau abschätzen, um die Ausgabebefehle in geeignetem Abstand einzustreuen. Das würde eine erhebliche Mehrarbeit und Belastung beim Programmieren bedeuten. Aus diesem Grund sind alle Ein- und Ausgabeoperationen auf das Verarbeiten variabler Blocklängen abgestellt. Außerdem wurde möglichst viel Organisationssteuerung zu den Ein- und Ausgabevorrichtungen verlegt, z.B. für die Anordnung des Druckprotokolls oder der Lochkartenfelder.

Bei den Lochstreifengeräten sind die Formateinrichtungen völlig abgetrennt in den Druckertisch verlegt. Um die (2 aus 5)-Codeprüfung bis zum Ein- und Ausgabemedium auszudehnen, sind die Rechner-Lochstreifen in diesem Code gelocht und werden während des Einlegens durch Codeprüfung sowie während des Stanzens über Rückmeldekontakte von den Stanznadeln her voll geprüft. Die Formatangaben werden während des Druckvorgangs in der Fernschreibmaschine durch einen besonderen Formatstreifen zugesetzt, der das Schreiben von Ziffern, Vorzeichen, Buchstaben, Seiten- und Tabellen-Überschriften, das Einfügen von Zahlenfugen, Komma, Nullen und das Wegblenden unerwünschter Ziffern in sehr flexibler Form bewirkt. Das gleiche Gerät übernimmt das Herstellen der (2 aus 5)-Lochstreifen oder das Wandeln der an beliebigen Fernschreibmaschinen hergestellten Lochstreifen.

Bei den direkt an den Koordinatenschalter anschließbaren Schnelldruckern sind durch Steckfelder und durch direkte, mit der zu druckenden Information gelieferte Formatangaben beliebige, formulargerechte Niederschriften mit zwischengeschaltetem, fortlaufendem Text möglich. In ähnlicher Form werden bei Lochkarten die verschiedenen Kartenfeldeinteilungen an die einheitliche Wortgliederung des Rechners angepaßt, ohne daß man das Kartenfeld von vornherein oder mit Hilfe von Ein- und Ausgabe-Programmen nach dem Rechner einrichten müßte.

Aufbau und Schaltkreistechnik

Die ausschließliche Verwendung von Transistoren statt Röhren, insbesondere als verstärkende Bauelemente, bringt beträchtliche Vereinfachungen im technischen Aufbau eines Rechners. Das Gerät wird erheblich kleiner, die aufgenommene und im Aufstellungsraum in Wärme umgesetzte Leistung ist geringer. Transistoren haben eine ähnlich große Lebensdauer wie alle anderen elektrischen Bauelemente (Halbleiterdioden, Kondensatoren, Widerstände) und werden deshab wie diese fest in die Schaltkreise eingelötet. Zum Beurteilen der Zuverlässigkeit einer Anlage nehmen die verstärkenden Elemente keine kennzeichnende Sonderstellung mehr ein; vielmehr ist die Betriebssicherheit aller Bauteile so weit gestiegen, daß auch die in viel größerer Zahl vorhandenen Lötverbindungen und die Steckkontakte berücksichtigt werden müssen. Damit wird es zweckmäßig, die in den seltenen Störungsfällen auszuwechselnden steckbaren Baueinheiten relativ groß zu machen.

Im Hinblick auf größtmögliche Betriebssicherheit und auf einfache, schnelle Wartung sind die Schaltkreise des ER 56 mit wenigen, unvermeidlichen Ausnahmen mit Gleichstromkopplung [5] ausgeführt. Jeder der aufeinanderfolgenden



Bild 4. Steckeinheit zur logischen Verknüpfung mehrerer Signale.

Schaltzustände ist also während einer gewissen technisch bedingten Mindestdauer quasistationär; er kann zu Prüfzwecken beliebig verlängert werden. Grundsätzlich geht jede logische oder arithmetische Informationsverarbeitung nach dem Schema Bild 3 vor sich. Ein Grundtaktgenerator GT liefert in ständigem Wechsel (Zweischrittspiel) Halbtaktsignale *s* und *t*, im allgemeinen von zusammen 10 µs Dauer. Im Halbtakt *t* werden mit von der Ablaufsteuerung ASt betätigten elektronischen Schaltern T Informationen auf die binären Speicherelemente (Flipflops) F1 übertragen und im (meist relativ einfachen) logischen Schaltkreis Ls verknüpft. Im Halbtakt *s* werden die gewonnenen (01)-Werte mit den Schaltern S auf F2 übertragen und in dem umfangreicheren logischen Schaltkreis Lt verknüpft und so fort. Als Speicher F2, F3 können ganz oder teilweise auch die Speicher F1 dienen und umgekehrt, aber jedes Speicherelement darf in einem Halbtakt entweder nur senden oder nur empfangen. So sind F1 und F2 beim Schieberegister Elemente des gleichen Speichers, zwischen denen die Verkopplungskreise Ls im *s*-Halbtakt (Schiebetakt) die gespeicherte Information um eine Stelle nach rechts oder nach links schieben. Ähnlich geschieht das Fortschalten von Ringzählern meist im *s*-Halbtakt. Dagegen werden die wesentlichen arithmetischen und ähnlichen Verknüpfungen im Halbtakt *t* (Informationstakt) vorgenommen.

Solche in zweckmäßige Teilaufgaben abgegrenzten Schaltkreise zum logischen Verknüpfen, zum Speichern und auch zum Verstärken von Ziffern- oder Steuersignalen sind auf Steckeinheiten gleicher Größe aufgebaut. Vielfach vorkommende Steckeinheiten wie Zähler, Schieberegister, Schalter, Schreib- und Leseverstärker bei Speichern sind einheitlich ausgeführt. Wo irgend möglich, sind die Schaltkreise aus vorgefertigten Baugruppen zusammengesetzt, z. B. solche für Und-Schaltkreise und Oder-Schaltkreise mit Germaniumdioden, für Flipflops, für Emitter- und für Kollektorverstärker. Diese Baugruppen sind in den Steckeinheiten räumlich nach ihrem logischen Zusammenwirken angeordnet, so daß das Wartungspersonal jede Baugruppe durch Vergleich mit dem gleichartig gezeichneten Wirkschaltplan auf einen Blick finden kann. Die Bilder 4 und 5 zeigen diese gleichartige Anordnung für eine logische Verknüpfung, die ein Flipflop in der Multiplikatorregister-Steuerung schaltet.

Zum Speichern von Zifferninformationen dienen vielfach Schieberegister aus Flipflops, die sowohl serienmäßig als auch parallel eingespeist und ausgelesen werden können. Eine Steckeinheit enthält die Schiebestrecke für einen der 5 Binärkanäle und 7 bit Länge; zu einem Register für ein 7stelliges Wort gehören also 5 Steckeinheiten.

Grundelemente aller Ablaufsteuerungen sind 10stufige, ebenfalls aus Flipflops aufgebaute Ringzähler. Sie können durch Taktimpulse fortgeschaltet, aber auch auf jede der 10 Stellungen fremd gesetzt werden. Jeder der 10 Ausgänge,

Bild 5. Wirkschaltplan zur Steckeinheit Bild 4.
Oben: Eingangssignale
&: Und-Schaltkreis
v: Oder-Schaltkreis
c: Kollektor-Verstärker

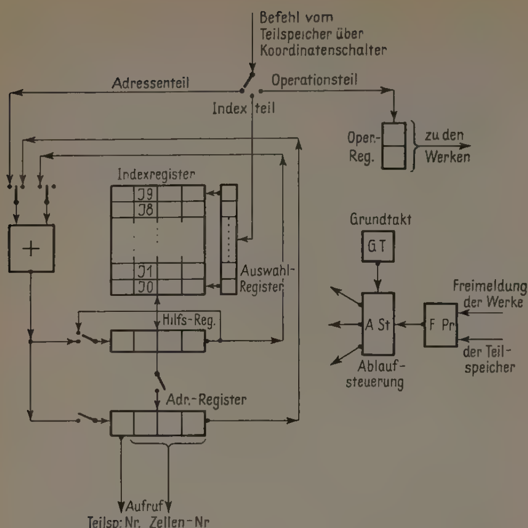


Bild 6. Vereinfachter Wirkschaltplan des Kommandowerks.

von denen jeweils einer markiert ist, sowie die 10 komplementären Ausgänge, von denen jeweils 9 markiert sind, sind gleichzeitig für Steuerzwecke verfügbar. Durch systematisches Fremdsetzen kann die Ringlänge des Zählprozesses verringert werden, auch in wechselndem Rhythmus, so daß sehr flexible Steuerungen entstehen. Jede Kombination von Zählerstellungen kennzeichnet eindeutig einen Schritt bei den gesteuerten Funktionsabläufen (Mikroprogrammen). Die Kombination wird durch logische Verknüpfung der Zählerausgänge abgefühlt und zum Beeinflussen der Informationsverknüpfung und zum Betätigen der erforderlichen Schalter benutzt.

Jedes Werk enthält eine Ablaufsteuerung, deren Grundtakt von einem eigenen Grundtaktgenerator stammt oder bei Werken mit mechanischer Bewegung (z. B. Lochstreifenleser, Magnetspeichertrommel) auch vom bewegten Medium abgenommen wird.

Die Werke laufen also völlig asynchron zueinander, alle Übertragungen benutzen den Kernspeicher als Zwischenträger. Er enthält seinen Takt immer über den Koordinatenschalter hinweg von demjenigen Werk, mit dem er gerade verbunden ist. Dadurch können sehr verschiedenartige Geräte an den Rechner angeschlossen werden, wenn sie nur die einfachen Anschlußbedingungen für Information und Takt an dem Koordinatenschalter erfüllen. Nur Kommandowerk und Rechenwerk haben einen gemeinsamen Taktgenerator. Seine Taktfrequenz liegt gewöhnlich bei 100 kHz; sie kann durch Stufenschalter für Wartungszwecke um ± 20 % verändert werden. Ferner kann man auch Frequenzen bei 10 kHz, 50 Hz und 2 Hz einstellen oder den Takt beliebig langsam mit einer Handtaste weiterschalten. Dieses langsame, durch die Gleichstromkopplung mögliche Arbeiten kann man außer zur Störungssuche auch für anschauliche Demonstrationen technischer Einzelfunktionen und besonders interessanter Programmteile benutzen.

Im räumlichen Aufbau bleiben die mit Transistoren ausgeführten Steckeinheiten trotz vieler Baugruppen gedrängt und klein (43 × 170 × 235 mm). 9 Zeilen zu 12 solcher Steckeinheiten sind in einem Gestell untergebracht, 2 Gestelle bilden einen Schrank (147 × 223 × 43 cm), 3 bis 6 Schränke, bei sehr großem Umfang auch mehr, gehören zu einem Rechner. Nur Geräte, die Handhabung erfordern, wie Bedienungsfeld (Bild 2), Eingabe und Ausgabe stehen auf getrennten, beweglichen Tischen, um sie nach den örtlichen Bedingungen anordnen zu können. Außer der Stromzuführung sind alle elektrischen Verbindungen zwischen den Gestellen und mit den selbständigen Geräten steckbar.

Der Befehlsaufruf im Kommandowerk

Um einen einfachen Befehl aus dem Teilspeicher abzurufen und in umgerechneter Form bereitzustellen, treten die in Bild 6 dargestellten Hauptteile des Kommandowerkes in Tätigkeit. Die 10 Indexregister sind zusammen als kleiner Ferritringkernspeicher ausgeführt, die übrigen Teile sind elektronische Schaltkreise der vorbesprochenen Art.

Die vom Grundtaktgenerator GT fortgeschaltete Ablaufsteuerung ASt sorgt nacheinander für folgende Vorgänge:

1. (Takt 1): Auslesen des Befehlsfolgezählerstandes BFZ aus Indexregister I 9 nach Hilfsregister HR und Adressenregister AR.
2. (Takt 2): Freiprüfen des durch BFZ angegebenen Teilspeichers. Solange die Freimeldung nicht erfolgt, bleibt die Ablaufsteuerung in diesem Takt stehen.
3. (Takte 2 bis 5): Erhöhen von BFZ um 1 im Addierwerk und Zurückspeichern über HR nach I 9.
4. (Takte 3 bis 14): Auslesen des nächsten Befehls aus der im BFZ angegebenen Teilspeicherzelle.
5. (Takte 9 bis 12): Erhöhen der Adresse im Befehl um die im bezeichneten Indexregister enthaltenen Zahl (bei Indexteil 0 um 0).
6. (Takt 13): Freiprüfen des vom Operationsteil bezeichneten Werkes und des vom umgerechneten Adressenteil bezeichneten Teilspeichers. Weiterschalten nur, wenn beide Freimeldungen vorhanden sind.
7. (Takt 14): Übertragen des Adressenteils zum Teilspeicher und des Operationsteils zum Werk, damit Anstoß der Ablaufsteuerung des Werks.

Mit dem Anstoß des Werkes wird der zugehörige Teilspeichermerker markiert, der im Koordinatenschalter die Verbindung mit dem laut Befehl zuzuordnenden Teilspeicher durchschaltet. Die Ablaufsteuerung im Kom-

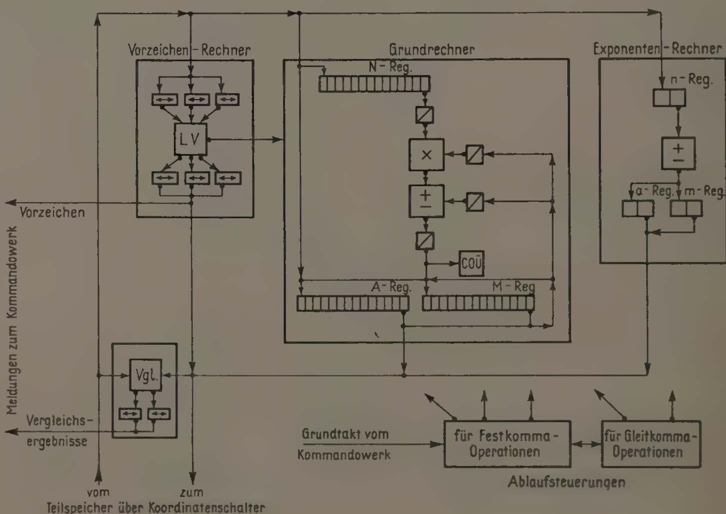


Bild 7. Hauptteile des Rechenwerks.

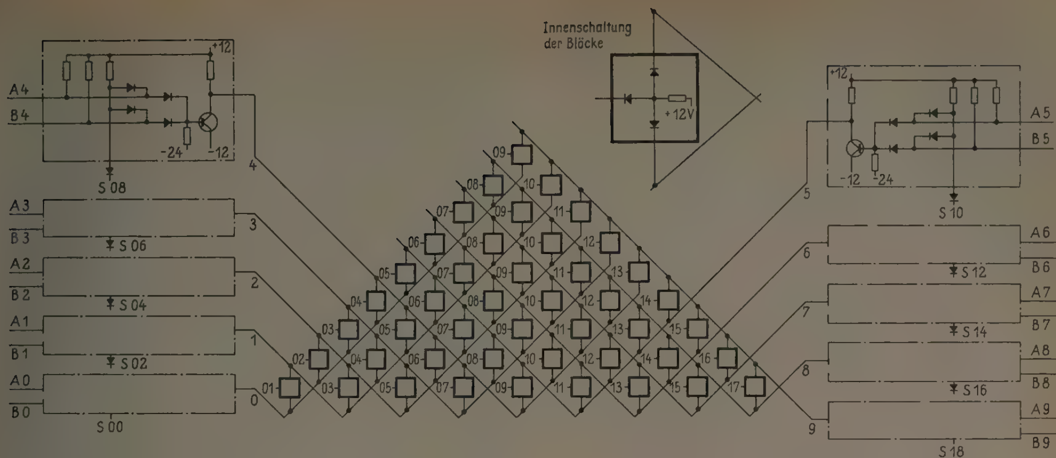


Bild 8. Schaltung des Addierkörpers.

mandowerk geht sofort nach Takt 1 der beschriebenen Folge weiter und stellt den nächsten Befehl bereit.
Außer den in Bild 6 angegebenen Informations- und Steuerkanälen sind weitere Verbindungsmöglichkeiten innerhalb des Kommandowerks sowie zum Rechenwerk und zum Bedienungsfeld vorhanden. Die vielfältigen organisatorischen Befehle für Adressenumrechnung und Programmsprünge beruhen auf den Möglichkeiten zum Umspeichern zwischen den Indexregistern untereinander und mit anderen Speichern. Dazu laufen vielfach 2 der beschriebenen Taktumläufe mit mehreren Umspeicherungen nacheinander ab. Auch für einige Anzeigevorgänge am Bedienungsfeld und für von dort aus eingeschobene Fremdbefehle werden unvollständige Befehlsabläufe gesteuert, wobei das Weiterrechnen der Befehlszählung natürlich unterbleibt.

Rechenwerk

Bild 7 zeigt die wichtigsten Teile des Rechenwerkes in stark vereinfachter Darstellung. 7stellige Zahlen laufen in üblicher Weise mit der niedrigsten Ziffer zuerst ein. Bei 14stelligen, aus 2 Wörtern zusammengesetzten Zahlen kommt entsprechend steigender Zellennummer im Kernspeicher zuerst die höherwertige Zahlenhälfte mit dem Vorzeichen, dann die niedere Zahlenhälfte, die bei Gleitkommadarstellung den Exponenten mitführt. Vorzeichen, Ziffernwert, bei Gleitkomma Zahlenfaktor und Zehnerexponent werden von der Ablaufsteuerung in die entsprechenden Teile des Rechenwerkes geleitet und dort in Registern abgesetzt. Entsprechend werden beim Abspeichern die Zahlenteile des Rechenergebnisses aus den Registern zusammengefügt und zum Kernspeicher geleitet.
Im Hauptteil des Rechenwerkes für arithmetische Grundverarbeitung (Grundrechner) nimmt meist das 14stellige Operandenregister N die einlaufende Zahl (bei Gleitkomma den Zahlenfaktor) auf, z. B. den Multiplikanden oder den Divisor, und stellt sie durch zyklisches Schieben während des Rechenablaufes mehrmals bereit. Im 14stelligen Akkumulatorregister A steht schließlich das Rechenergebnis (Summe, Produkt, Quotient). Bei längeren Ergebnissen, z. B. beim 26stelligen Produkt zweier 13stelliger Faktoren, wird A durch das 14stellige M-Register verlängert, das zu Beginn der Multiplikation den Multiplikator enthält.
Für jede von 0 verschiedene Multiplikatorziffer wird der Multiplikand in N einmal im Ring geschoben, und das der Multiplikatorziffer entsprechende Vielfache wird zum bisherigen Akkumulatorinhalt addiert. Multiplikatorziffern 0 (außer an höchster und niedrigster Stelle) bewirken nur einen einstelligen Schiebevorgang (Nullensprung). Um die daraus zu gewinnende Zeitersparnis wirksamer zu machen, dient als Multiplikator die vom Kernspeicher geholte Zahl, als Multiplikand der bisherige Akkumulatorinhalt.

Während alle Ziffernregister (A, M, N) für den (2 aus 5)-Code eingerichtet sind, erfolgt die arithmetische Verknüpfung wegen der besseren Übersichtlichkeit und Prüfbarkeit in (1 aus 10)-Darstellung. Beispielsweise werden der Addier-Steckeinheit 2 × 10 Leitungen für die beiden Addenden zugeführt, von denen je eine entsprechend der gerade zu verarbeitenden Ziffer 0 bis 9 markiert ist.
In einem verdrahteten Addier-„Körper" (Bild 8) ist jede Leitung des einen Addenden mit jeder Leitung des anderen Addenden durch einen Und-Schaltkreis verbunden, von denen jeweils einer für ein bestimmtes Ziffernpaar (z.B. 5+7) markiert ist. Dieser Und-Schaltkreis markiert dann durch entsprechende Verdrahtung eine der beiden Zehnerausgangsleitungen (im Beispiel die 1) und eine der 10 Einerausgangsleitungen (z.B. 2). Die Und-Schaltkreise bilden eine Verknüpfung nach Art einer Dreieckmatrix, die in der Steckeinheit (Bild 9) auch räumlich zu erkennen ist. Der Multiplizier-„Körper" ist ganz entsprechend aufgebaut, nur sind die Und-Schaltkreise zu den dem Multiplikationsgesetz entsprechenden 9 Zehner- und 10 Einerausgängen verbunden (im Beispiel 5 × 7 mit Zehner 3 und Einer 5). Diese Anordnung vollständiger (1 aus 10)-Rechenkörper gestattet eine zuverlässige Prüfung des Ergebnisses jedes einzelnen Rechenschrittes bereits beim Entstehen: Sollte infolge einer Störung eine Eingangs- oder Ausgangsmarkierung fehlen oder mehrfach erscheinen, so wird die nachfolgende Codewandlung weniger oder mehr als 2 aus 5 Markierungen bringen. Die Codeüberwachung COÜ wird

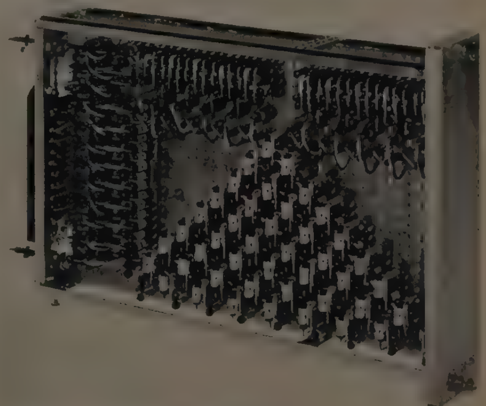


Bild 9. Aufbau eines Addierkörpers.

diesen Rechenfehler sofort melden und den Rechenprozeß noch im gleichen Schritt unterbrechen.

Der Vorzeichenrechner speichert die Vorzeichen der Registerinhalte und der einlaufenden Zahl in Flipflops und verknüpft sie unter Berücksichtigung des gerade ausgeführten Befehls (z.B. Subtraktion) zum Ergebnisvorzeichen. Überdies speichert und verarbeitet er die in der Vorzeichenstelle der Zahlen enthaltenen Kennzeichen Q, (Markierung einer Zahl), ω (Ende eines Übertragungsblocks), α (paarweise Ziffernverarbeitung zum Darstellen von Buchstaben). Schließlich stellt er fest, ob ein im Akkumulator entstandenes Ergebnis Komplementform hat und verursacht den dann erforderlichen Komplementierumlauf in A, mit dem die einheitliche Darstellungsform der Zahlen mit Betrag und Vorzeichen wieder hergestellt wird. Das ist im Durchschnitt nur bei ¼ aller additiven Operationen (einschließlich Subtraktion) nötig, weil der Akkumulatorinhalt bereits vom vorhergehenden Prozeß her Betragsform haben muß. Die angegebenen Rechenzeiten enthalten einen entsprechenden Zuschlag. Die Ergebnisvorzeichen werden auch als Sprungbedingungen zum Kommandowerk gemeldet.

Der Exponentenrechner für Gleitkommaverarbeitung übernimmt neben der rechnerischen Zusammenfassung der Exponenten in Charakteristikform auch das Beeinflussen der Zahlenfaktorverarbeitung im Grundrechner. Im besonderen muß bei additiven Operationen zuerst dafür gesorgt werden, beiden Summanden durch entsprechendes Schieben in A oder N gleiche Exponenten zu geben. Zum Normalisieren ist nachher nochmals ein Schiebeprozeß und das zugehörige Angleichen des Ergebnisexponenten erforderlich. In der Ablaufsteuerung für Gleitkommarechnungen schachteln sich deshalb Exponenten- und Zahlenfaktorverarbeitung zeitlich mehrfach ineinander. Technisch ist das durch gegenseitiges Anstoßen mehrerer Steuerzähler erreicht.

Der Vergleicher wird sowohl mit den Ergebnisregistern A und a (Bild 7) des Rechenwerkes als auch mit dem Kommandowerk zusammen gebraucht. Insbesondere dient er zum Vergleich des Akkumulatorinhaltes mit dem Inhalt von Kernspeicherzellen, ohne den Akkumulatorinhalt zu zerstören, also ohne Subtraktion. Die Zahlen werden von der niedrigsten Stelle beginnend ziffernweise verglichen, wobei das jeweilige Ergebnis das Ergebnis der vorlaufenden Ziffer korrigiert und ständig 2 Flipflops steuert, eins für die Angabe $=/\neq$, eins für $\geqq/<$.

Die Vergleichsergebnisse dienen als Sprungbedingungen, sie werden am Bedienungsfeld angezeigt.

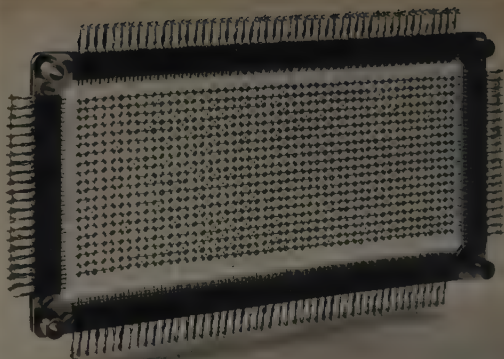


Bild 10. Speicherebene mit 1000 Ringkernen.

Ferritkern-Arbeitsspeicher

Alle Teilspeicher mit einer Kapazität von 200 oder 1000 Wörtern sind unabhängig voneinander und gleichzeitig benutzbar, weil jeder mit einer vollständigen elektronischen Steuerung ausgerüstet ist (Zellenauswahl, Schreib- und Lesesteuerung mit Verstärkern, Schieberegister für 1 Wort). Ein Grundzyklus umfaßt 10 einheitliche Takte:

1. Paralleles Lesen aus der gewählten Zelle in das Schieberegister.
2. bis 8. Ringschieben der Information im Register, dabei entweder Ausliefern zum Koordinatenschalter oder Einlesen von dort und Überschreiben des Registerinhalts.
9. Paralleles Rückschreiben zur gewählten Zelle.
10. Fortschalten des Auswahlzählers zur nächsten Zelle (wichtig für Blockübertragungen aus aufeinanderfolgenden Zellen).

Auch die Kernspeicher-Stromkreise sind vollständig mit Transistoren ausgerüstet. Sie unterscheiden sich für die beiden Speichergrößen nur geringfügig. Die Kernebenen (Matrizen) sind je nach der Kapazität mit $20 \times 50 = 1000$ Kernen (Bild 10) oder mit $10 \times 20 = 200$ Kernen ausgeführt. 35 solche Ebenen sind zu einem Speicherblock (Bild 11) zusammengefügt, der zwischen den Steckeinheiten in das Gestell eingeschoben und durch Steckverbindungen angeschlossen wird, um auch dieses zentrale

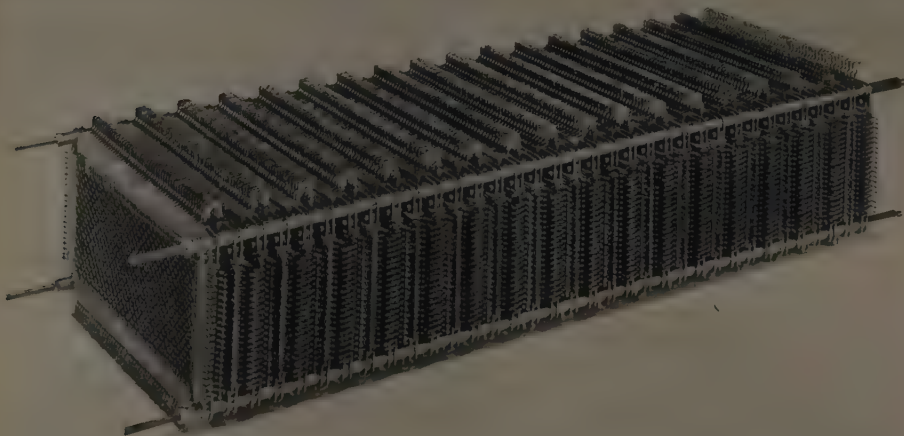


Bild 11. Speicherblock aus 35 Speicherebenen nach Bild 10 vor dem Einbau.



Bild 12. Magnettrommelspeicher, eingebaut zwischen den zugehörigen Steckeinheiten.

Bauteil schnell auswechseln zu können. Ein Schrank faßt 4 solcher Teilspeicher mit ihrem gesamten elektronischen Zubehör.

Ergänzungsspeicherwerke

Die Speicher mit größerer Kapazität sind an die Werkein- und -ausgänge des Koordinatenschalters angeschlossen. Die Informationen werden deshalb nur mit den Ferritkern-Teilspeichern ausgetauscht, und zwar in Blöcken von fester oder veränderlicher Länge.

Der bereits bei anderen Anwendungen bewährte Magnettrommelspeicher [6] wurde in seiner Kapazität erhöht und faßt beim Rechner 12000 Wörter. Die geringe Größe und der ruhige Lauf gestatten, die Trommel mit allem elektronischen Zubehör in einem halben Schrank unterzubringen. Sie ist im Störungsfall in wenigen Minuten auszuwechseln, da auch hier alle Verbindungen steckbar sind. Konstruktion und Einbau ist aus Bild 12 zu sehen. Auch mehrere Trommelspeicherwerke können an einen Rechner angeschlossen werden.

Beim Magnetbandspeicher stehen mehrere Ausführungsformen zur Wahl je nach der Anwendungsart. Zum gedrängten Speichern großer Informationsmengen mit einigermaßen kontinuierlicher Verarbeitung sind Geräte mit Spulen geeignet. Wo es auf schnellen Zugriff in stark wechselnder Folge ankommt, wie bei kommerzieller Datenverarbeitung, ist es zweckmäßig, kürzere Bänder in mehreren Kassetten zu verwenden.

Ausbau des Rechners

Bild 13 gibt die Ansicht einer betriebsfähigen Anlage. Welche Ausstattung an Ergänzungsspeichern, Ein- und Ausgabegeräten für gewisse charakteristische Anwendungen zweckmäßig sind, muß getrennt beschrieben werden. Zur Unterrichtung über die bestehenden Möglichkeiten und über die Rechenzeiten sei auf die bereits in dieser Zeitschrift veröffentlichten Kenndaten [7] verwiesen.

Literatur

[1] *H. H.* und *A. Goldstine,* The electronic numerical integrator and computer (ENIAC). MTAC Bd. 2 (1946), S. 97—110.

[2] *A. W. Burks, H. H. Goldstine, J. v. Neumann,* Preliminary discussion of the logical design of an electronic computing instrument. Washington, Juni 1946.

[3] Theory and techniques for the design of electronic digital computers. Lectures given at the Moore School of Electrical Engineering. Philadelphia 1946.

[4] *M. V. Wilkes,* The design of a practical high-speed computing machine. The EDSAC. Proc. Roy. Soc. London 195 A (1948), S. 274—279.

[5] *K. Goßlau, K. Braun,* Schaltkreise mit Transistoren in nachrichtenverarbeitenden Anlagen. Elektron. Rechenanl. Bd. 1 (1959), S. 20—28.

[6] *K. Finkewirth, E. Klivar,* Der Magnettrommelspeicher der Standard Elektrik AG. SEG-Nachrichten Bd. 5 (1957), S. 191—195.

[7] Elekronischer Rechenautomat ER 56 mit Transistoren. Elektron. Rechenanl. Bd. 1 (1959), S. 39—40.

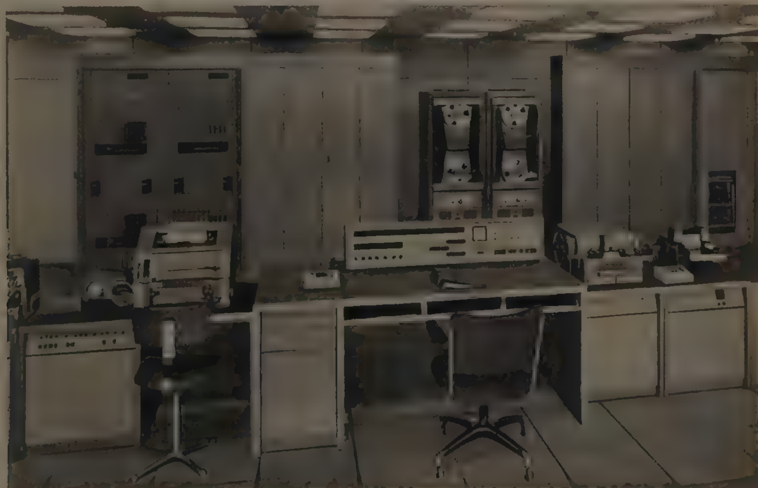


Bild 13.
Ansicht eines elektronischen Rechenautomaten ER 56.

Über den Plankalkül

von K. ZUSE, Bad Hersfeld

Elektron. Rechenanl. 1 (1959) 2
Manuskripteingang: 18. 3. 1959

Der Plankalkül entstand im Jahre 1945 mit dem Ziel, eine einheitliche Formelsprache für alle rechnerischen Problemstellungen zu schaffen.
Die verwendeten Angaben oder Informationseinheiten werden nach logistischen Gesichtspunkten streng aus Elementareinheiten aufgebaut. Eine möglichst weitgehende Anlehnung an Formalismen der Logistik wird dabei angestrebt.
Besondere Formelzeichen wie das Ergibt-Zeichen und das Zeichen für bedingte Planteile usw. werden angeführt und erläutert. Verschiedene Anwendungsbeispiele werden erwähnt und aus dem Gebiet der Formulierung von Aufgaben des Schachspieles wird ein besonderes Beispiel herausgegriffen und im einzelnen besprochen.

The „Plankalkül" (program calculus) originated in 1945 with the aim to provide a uniform language of formulae adapted to all kinds of calculating problems.
The data or information units used are assembled from elementary units according to strictly logistic view points with the intention ro refer to the logistic formalisms as far as possible.
Special signs of formulae as for instance the "results-in"-sign and the sign for conditioned sub-routines and so on, have been introduced and will be discussed. Several examples of application are mentioned. A special example is selected out of the field of the formulation of problems of chess and discussed in detail.

Einleitung

Durch theoretische Untersuchungen und praktische Arbeiten mit programmgesteuerten Rechengeräten wurde der Verfasser etwa in den Jahren 1937 bis 1945 zu der Erkenntnis geführt, daß der Begriff „Rechnen" wesentlich über das Zahlenrechnen hinaus erweiterungsfähig ist. Aus der damaligen Perspektive heraus erschien es sinnvoll, verschiedene Typen von programmgesteuerten Rechengeräten zu bauen, z. B. vorwiegend numerische, vorwiegend logistische und solche, die vorwiegend der Programmfertigung dienen sollten. Wir wissen heute, daß eine solche Einteilung nicht unbedingt zweckmäßig ist. Moderne elektronische Geräte sind in der Lage, alle derartigen Aufgaben zu bewältigen. So kann z. B. das Gerät Z 22 sowohl Programme rein numerischer Art mit verschiedenen Variationen der arithmetischen Grundoperationen als auch logistische Abteilungen im weitesten Sinne ausführen und schließlich die Aufgabe der Programmfertigung übernehmen, die heute unter dem Namen „Compiler" oder „Superprogramm" oder dergleichen läuft. Das Arbeiten mit derartigen Geräten erfordert „rechenmaschinengerechte" Formulierung der verschiedenartigsten Probleme. Die seinerzeit zur Verfügung stehenden Formalismen reichten hierzu nicht aus. Der Verfasser hielt es daher für erforderlich, zunächst einmal eine Formelsprache zu schaffen, welche geeignet ist, derartige Zusammenhänge allgemeinster Art bis in alle Einzelheiten exakt auszudrücken. Die spätere Entwicklung ist einen etwas anderen Weg gegangen. Man baute zunächst verschiedenartige Geräte mit speziellen Formelsprachen (Programmcode).
Mit der Zeit zeigten sich dann aus der Praxis heraus ähnliche Tendenzen der Formulierung einer allgemeinen Formelsprache, wie sie z. B. heute in Form des „ALGOL" vorgeschlagen wird.
Dagegen entstand der Plankalkül als eine theoretische Arbeit auf dem Papier zu einer Zeit, als noch wenig Erfahrungen vorlagen. Das ergab zwar allgemeingültige und exakte Lösungen, mit denen grundsätzlich jedes Problem formulierbar ist, jedoch lag diesem ersten Versuch noch eine gewisse Schwerfälligkeit zugrunde, die das praktische Arbeiten mit dem Kalkül erschwert.
Ziel dieses Aufsatzes ist es nicht, den Plankalkül in der damals geschaffenen Form zu propagieren, sondern einen Diskussionsbeitrag zur Verfeinerung und Ergänzung heute bereits benutzter Formelsprachen zu geben. Gewisse Zeichen, wie z. B. das Ergibt-Zeichen, konnten sich bereits weitgehend durchsetzen.

Die Darstellungsweise des Plankalküls

Der Plankalkül geht von folgender Definition des Rechnens aus:
„Rechnen heißt, aus gegebenen Angaben[1]*) nach einer Vorschrift neue Angaben bilden"* [1].
Die einfachste Angabe ist der Ja-Nein-Wert. Alle anderen Informationseinheiten lassen sich durch Ja-Nein-Werte in mehr oder weniger komplizierter Form aufbauen. Ebenso sind sämtliche Rechenoperationen zerlegbar in Elementaroperationen zwischen Elementarangaben.
Dementsprechend enthält der Plankalkül strenge Formulierungen zunächst der Angabenarten und ihrer Strukturen. Es wird unterschieden:

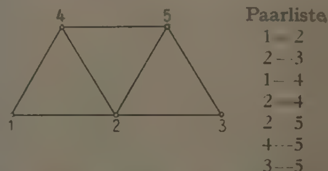
1. Die Angabenstruktur

Das ist die Art des Aufbaues der betreffenden Angaben aus elementaren Angaben. Die Angabenstrukturen werden durch streng aufgebaute Strukturformeln aus den einfachsten Angaben zusammengesetzt, z. B.:

$S0$	Ja-Nein-Wert
$S1 \cdot n = n \times S0$	n-stellige Folge von Ja-Nein-Werten
$S1 \cdot 4$	Tetrade
σ	allgemeines Zeichen für Angabe beliebiger Struktur
2σ	Paar von Werten
$m \times 2\sigma$	Paarliste

Auf diese Weise lassen sich z. B. beliebige technische Strukturen, wie Netzwerke, Stabwerke, Konstruktionen usw., darstellen.

Beispiel: Stabwerk



1) Anstelle des Ausdruckes „Angabe" hat sich heute der Ausdruck „Information" eingebürgert.

2. Angabenbeschränkungen

Die Kennzeichnung der Strukturen ist strenggenommen nicht immer ausreichend, da in gewissen Fällen für eine bestimmte Angabenart nicht sämtliche Strukturen definiert sind (z. B. bei der Darstellung der Dezimalziffern durch Tetraden: von 16 Möglichkeiten sind nur 10 definiert). Es sind dann Beschränkungsformeln erforderlich.

3. Angabentyp

Angaben gleicher Struktur können verschiedene Bedeutung haben (etwa X und- Y-Koordinaten). Hierfür wird der Begriff des Angabentyps eingeführt.

4. Angabenart

Die verschiedenen Kennzeichen für eine Angabe (Struktur, Beschränkung, Typ) können unter einem ,,Angabenart-Zeichen" zusammengefaßt werden.

Das Angabenart-Zeichen kann je nach Situation mehr oder weniger als das Struktur-Zeichen aussagen. So lassen sich z. B. Zahlen in Rechenmaschinen durch verschiedene Strukturen darstellen (rein dual, durch Tetraden, gleitendes Komma, verschiedene Vorzeichendarstellung usw).

Dies interessiert jedoch im Rahmen einer algebraischen Formel nicht. Man kann daher ein allgemeines Angabenart-Zeichen für ,,Zahl" überhaupt einführen.

Diesem Zeichen können dann mehrere Strukturen zugeordnet werden. Umgekehrt können die gleichen Strukturen verschiedenen Angabentypen und somit auch Angabenarten zugeordnet sein, z. B. in bezug auf ihre Bedeutung (physikalische Dimensionen usw.).

Im Rahmen einer Formel werden die Angaben durch Indizes in verschiedenen Zeilen gekennzeichnet.

Neben der Hauptzeile, welche die Formel im wesentlichen in der traditionellen Form enthält, wird eine zweite Zeile (V) für den Variablen-Index, eine dritte für den Komponenten-Index (K) und eine vierte für den Struktur-Index (S) eingeführt. Die letztere braucht, strenggenommen, nicht immer ausgefüllt zu werden, dient aber wesentlich zur Erleichterung des Verständnisses einer Formel. Die Zeilen werden durch Vorsetzen der zugeordneten Buchstaben (V, K, S) gekennzeichnet.

Beispiele:

	V	Die Variable V_3 ist eine Paarliste von m Paaren der Struktur $2 \cdot 1 \cdot n$ und soll als Ganzes in die Rechnung eingehen.
V	3	
K		
S	$m \times 2 \times 1 \cdot n$	

	V	Von der Paarliste V_3 soll das i.Paar genommen werden (Struktur $2 \cdot 1 \cdot n$). (i kann dabei ein laufender Index sein.)
V	3	
K	i	
S	$2 \times 1 \cdot n$	

	V	Von dem i.Paar der Paarliste V_3 soll das Vorderglied (erstes Element des Paares) genommen werden (Struktur $1 \cdot n$).
V	3	
K	$i \cdot 0$	
S	$1 \cdot 0$	

	V	Von dem Vorderglied des i.Paares der Paarliste V_3 soll der Ja-Nein-Wert Nr. 7 genommen werden (Struktur $S0$ = Ja-Nein-Wert).
V	3	
K	$i \cdot 0 \cdot 7$	
S	0	

Beim Beispiel des Stabwerkes bedeutet für $i = 4$:

V 3	die gesamte Paarliste des Stabwerkes
V 3 4	die Kennzeichnung des Stabes 2—4 (4. Paar der gegebenen Liste)
V 3 $i \cdot 0$	den 1. Knotenpunkt des Stabes 2—4, also Knotenpunkt 2
V 3 $i \cdot 0 \cdot 7$	den 7. Ja-Nein-Wert aus der Angabe, welche den Knotenpunkt 2 kennzeichnet

Umgekehrt zu dem Prozeß der Komponentenbildung können Angaben zusammengefaßt werden:

	$\begin{pmatrix} V, & V \end{pmatrix}$	$\Rightarrow$	V	2 Angaben V_5 und V_6 von der allgemeinen Struktur σ werden zu einem Paar der Struktur $2\,\sigma$ zusammengefaßt.
V	5 6		7	
K				
S	σ σ		2σ	

Der Struktur-Formalismus gibt lediglich Auskunft über den komponentenmäßigen Aufbau der Informationseinheiten. Er kann, wie bereits oben erwähnt, durch Beschränkungsformeln und Zusammenfassung verschiedener Strukturen zu Informationsarten gleicher Bedeutung erweitert werden.

Die Rechenpläne selbst erhalten als ganze ebenfalls eine strenge Kennzeichnung durch Indizes, die eventuell in mehrere Komponenten zerfallen; so ist z. B. $P_{3 \cdot 7}$ das Programm 7 der Programmgruppe oder des Gebietes 3.

Es werden weiterhin die innerhalb eines Rechenplanes auftretenden Informationsarten in ihrem Verhältnis zu dem Rechenplan selbst unterschieden:

1. Eingangswerte (Variable) V mit Index,
2. Zwischenwerte Z mit Index,
3. Resultatwerte R mit Index,
4. Konstanten C mit Index.

Sämtliche auftretenden Informationen können von verschiedenster Struktur sein. Die Eingangs- und Resultatwerte gehören zu den ,,Randwerten", welche die Verbindung des betreffenden Rechenplanes mit anderen Teilen der gesamten Rechenvorschrift bilden.

Der Randauszug

Anzahl und Struktur dieser Randwerte werden in einem ,,Randauszug" wiedergegeben, welcher im übrigen über den Inhalt des Rechenplanes nichts aussagt.

	R	$(V$	$, V)$	$\Rightarrow$	$(R$	$, R$	$, R)$
V		0	1		0	1	2
S		$m . \sigma$	$n . \sigma$		$(m+n)\sigma$	$1 . n$	0

Dieser Randauszug besagt:

Es gehen 2 Variable V_0 und V_1 von der Struktur je einer Liste ($m \times \sigma$ bzw. $n \times \sigma$) in die Rechnung ein. Aus diesen werden 3 Resultatwerte gebildet:

1. eine neue Liste R_0, Struktur $(m + n) \times \sigma$ (z. B. die Mischung der beiden gegebenen Listen nach einer bestimmten Vorschrift),
2. eine Dualzahl R_1 (z. B. Summe sämtlicher Einzelwerte),
3. eine Aussage R_2, welche irgendeine Eigenschaft der gegebenen Liste oder der Gesamtliste kennzeichnet (z. B. ,,Die Liste enthält keine sich wiederholenden Glieder").

Resultatwerte eines Rechenplanes, welche in einem anderen Planteil weiterverwendet werden sollen, können mit Hilfe des Randauszuges eindeutig gekennzeichnet werden. Ist z. B. der obenerwähnte Randauszug dem Rechenplan $P_{3 \cdot 7}$ zugeordnet, so hat der Ausdruck 4 folgende Bedeutung:

	$R3.7$	$(Z$	$, Z)$	$\Rightarrow$	Z
V	1	9	11		12
S	$1 . n$	$m . \sigma$	$n . \sigma$		$1 . n$

d. h.:

„Wende auf die Zwischenwerte (Listen) Z_9 und Z_{11} des gerade behandelten Oberplanes die Rechenvorschrift $P_{3 \cdot 7}$ an. Das Resultat R_1 dieses Planes ergibt den Zwischenwert Z_{12}, mit welchem weiter operiert werden kann."

Jeder in sich abgeschlossene Rechenplan wird durch ein Schlußzeichen FIN beendet.

Die Einführung von Schlußzeichen verschiedenen Grades (Fin^2) bedeutet das Zurückschalten auf höhere Ablaufstufen des Gesamtplanes; jedoch ist die Benutzung von Konnektoren im allgemeinen übersichtlicher.

Das Ergibt-Zeichen

Besondere Beachtung verdient die Verwendung des Ergibt-Zeichens. Rechenpläne werden durch einzelne explizite Rechenplangleichungen gebildet. In diesen steht links vom Ergibt-Zeichen ein Ausdruck, in dem die Eingangswerte oder bereits definierte Zwischenwerte enthalten sind, und rechts der neu zu bestimmende Zwischenwert bzw. Resultatwert. Das Ergibt-Zeichen kann in speziellen Fällen gleichbedeutend sein mit dem Gleichheitszeichen der Mathematik oder dem Äquivalenzzeichen des Aussagenkalküls, jedoch gelten folgende Regeln:

1. Das Ergibt-Zeichen deutet stets an, daß der rechts davon stehende Wert errechnet werden soll. Es ist also niemals selbst eine Rechenoperation. Gleichheitszeichen im Rahmen einer Plangleichung bedeuten die Rechenoperation „Vergleiche" mit dem Ergebnis einer logistischen Aussage (Ja-Nein-Wert).
2. Treten rechts und links des Ergibt-Zeichens die gleichen Zeichen auf, so sind diese nicht gleichen Werten zugeordnet.

   Beispiel: $Z + 1 \Rightarrow Z$.
3. Tritt das gleiche Zeichen in mehreren Plangleichungen rechts des Ergibt-Zeichens auf, so gilt stets die letztere Bestimmung des Wertes.

Bedingte Planteile werden durch das Symbol $\overset{\cdot}{\rightarrow}$ gekennzeichnet. Zur Unterscheidung vom Zeichen $\rightarrow$ für die Implikation im Aussagenkalkül wird der Bedingungspfeil durch einen Punkt ergänzt. Das Zeichen wird zwischen den Ansatz für die zu erfüllende Bedingung und den im Falle des Zutreffens der Bedingung durchzurechnenden Planteil gesetzt.

Links vom Bedingt-Zeichen muß also ein Ja-Nein-Wert bzw. ein aussagenlogischer Ausdruck stehen, rechts eine Rechenvorschrift.

Beispiel:

$$\underset{3}{V} = \underset{5}{V} \overset{\cdot}{\rightarrow} \left(\underset{6}{V} + \underset{8}{V} \Rightarrow \underset{9}{V}\right).$$

Die Benutzung des Ergibt-Zeichens und des Bedingungs-Zeichens hat sich inzwischen weitgehend eingebürgert. Allerdings werden die Regeln der Anwendung nicht immer so streng eingehalten, wie es der Plankalkül vorschreibt. Mit Hilfe des Bedingungs-Zeichens ist die Darstellung zyklischer Programme leicht möglich, wobei sich die inzwischen allgemein eingeführten Regeln mit Abzählen von Indizes usw. im Plankalkül leicht formulieren lassen.

Logistische Begriffe im Plankalkül

Der Plankalkül lehnt sich in formaler Hinsicht möglichst weitgehend an Begriffe an, die sich in der Logistik als brauchbar erwiesen haben:

„Alle", „Es gibt", „Derjenige welcher", „Diejenigen welche", „Das Nächste", „Anzahl von" mit den Symbolen

$$(x)\ (x \in V_0 \rightarrow R(x))$$
$$(Ex)\ (x \in V_0 \wedge R(x))$$
$$\acute{x}(x \in V_0 \wedge R(x))$$
$$\hat{x}(x \in V_0 \wedge R(x))$$
$$\hat{\hat{x}}(x \in V_0 \wedge R(x))$$
$$\mu x(x \in V_0 \wedge R(x))$$
$$N(x)\ (x \in V_0 \wedge R(x))$$

Hierin bedeutet der Ausdruck $x \in V_0$, daß die laufende Variable x der durch die Liste V_0 gekennzeichneten Menge von Gliedern angehören soll und daß durch $R(x)$ eine bestimmte Eigenschaft R, die im einzelnen Falle näher zu kennzeichnen wäre, gefordert wird.

Die Anwendung des Operators $\acute{x}$ bedingt, daß es genau ein Glied mit der Eigenschaft $R(x)$ in der Menge V_0 gibt.

Der Operator $\hat{x}$ erfordert im Plankalkül eine Variation $\hat{\hat{x}}$, je nachdem, ob aus der gegebenen Menge ein Auszug gemacht werden soll, der die Elemente mit der Eigenschaft $R(x)$ je nur einmal enthält, oder in der gleichen Zahl von Wiederholungen wie in der gegebenen Menge V_0.

Der Operator μx hat große Vorteile bei der systematischen Untersuchung einer sich evtl. in ihrem Umfang laufend ändernden Liste auf Glieder einer bestimmten Eigenschaft und Verarbeitung derselben. Entgegen der Regel der Logistik *(Hilbert)* gilt jedoch die Regel: Suche das nächste Glied der Eigenschaft R. Gibt es kein solches, so gehe zum nächsten Planteil über.

Es können ferner mit Vorteil verschiedene Begriffe des Relationenkalküls benutzt werden: z. B. „Feld einer Relation", „Vorbereich", „Nachbereich".

Ausgearbeitete Programme des Plankalküls

Es seien jedoch noch kurz die Gebiete erwähnt, für welche seinerzeit Programme im Plankalkül ausgearbeitet wurden:

1. Allgemeiner Rechenplan betreffend das Rechnen mit Strukturen allgemeiner Art, wie Folgen von Ja-Nein-Werten, Listen, Paarlisten, Relationen usw.
2. Rechenpläne der Zahlenrechnung, Aufstellung von streng detaillierten Programmen für verschiedene arithmetische Operationen mit und ohne gleitendem Komma.
3. Operationen mit algebraischen Ausdrücken. Hierunter wird die Behandlung von Formalismen und das Bearbeiten, Umformen usw. von formelmäßigen Ausdrücken verstanden.
4. Probleme der Schachtheorie. Die Bearbeitung dieses Problems erwies sich als besonders geeignet, um den entwickelten Kalkül in bezug auf seine Vielseitigkeit zu erproben. Es wurde das vollständige Programm der Spielkontrolle entwickelt.

Ein Beispiel aus der Schachtheorie

Als Beispiel sei kurz auf die Schachtheorie eingegangen. Zunächst ist der Aufbau der auftretenden Angabenarten interessant.

S0 Ja-Nein-Wert
S1 · n *n*-stellige Folge von Ja-Nein-Werten

A1	*S1 · 3*	= Koordinate
A2	2 × *A1*	= Punkt (z. B.: L00, 00L entspricht Punkt e2 in üblicher Darstellung)
A3	$\begin{pmatrix} S1 \cdot 4 \\ B3 \end{pmatrix}$	= Besetzt-Angabe (z. B.: 00L0, Weißer König)
A4	(*A2*, *A3*)	= Punkt-besetzt-Angabe (z. B.: L00, 00L; 00L0 „Punkt e2 mit weißem König besetzt")

A 5 64 × *A* 3 = Feldbesetzung:
C 5 Anfangslage
(Aufzählung der Besetzung der 64 Punkte in fester Reihenfolge)

A 6 64 × *A* 4 = Feldbesetzung mit Punktangabe,
C6 Anfangslage

A 7 12 × *S* 1 · 4 = Anzahlliste der Steine;
C 7 Anfangslage
(Gibt an, wieviel Steine von jeder Sorte auf dem Feld sind; z. B. für Bewertungsrechnungen wichtig).

A 9 (*A* 5, *S* 0, *S* 1 · 4, *A* 2)
= Spielsituation;
C 9 Anfangssituation
(Feldbesetzung [*A* 5]; Angabe, ob Weiß oder Schwarz am Zuge [*S* 0]; Angaben über Rochade-Möglichkeiten [4 Ja-Nein-Werte]
Angabe der Punkte mit den Möglichkeiten, „en passant" zu schlagen).

A 10 (*A* 6, *S* 0, *S* 1 · 4, *A* 2)
= Spielsituation mit Punktangabe;
C 10 Anfangslage

A 11 (*A* 2, *A* 2, *S* 0) = Zugangabe
(zwei Punktangaben, gesetzt von ... nach ... Ein Ja-Nein-Wert „Es wird geschlagen").

Weitere Konstanten:

C 0.1 Wertigkeitstabelle der Steine

C 0.2 Steinaufzählung

A 3 ist begrenzt auf 13 Möglichkeiten (12 Steinsorten und 0 für unbesetzt).

Der Aufbau der Programme ist wie folgt entwickelt:

1. Geometrie des Spielfeldes;
Einteilung in Zonen, Aussagen über Lage eines Punktes usw., Aussagen über Lage zweier Punkte zueinander (z. B. Springerrelation).
2. Programme unter Berücksichtigung der Besetzung der Punkte mit Steinen auf Grund der Feldbesetzung (*A* 4).
3. Allgemeine Aussagen über Feldbesetzung, z. B. „Die Besetzung ist möglich" (Bewertungsformeln); Aussagen über Zugmöglichkeiten für einzelne Steine unter Berücksichtigung der Aufdeckungen von Schach usw.
4. Schach-matt und Patt-Bedingungen.
5. Einführung der Spielsituation (*A* 5); Ergänzung der Feldbesetzung durch Angaben über a) weiß oder schwarz am Zuge, b) Angaben über Rochaden, c) Angaben über die Möglichkeiten „en passant" zu schlagen.
Aufstellung der Bedingungen für die Möglichkeit der Rochaden usw.
6. Einführung der Zugangabe und des Spielverlaufs; Bildung der neuen Situation aus der alten und Zugangabe.
7. Vollständige Spielkontrolle;
Eingangswerte: Aufstellung der Züge eines Spielverlaufs,
Resultat: „Spiel entspricht den Spielregeln."

Der Aufbau der Programme für das Schachspiel wurde seinerzeit an dieser Stelle abgebrochen. An sich beginnen hier die eigentlich interessanten Schachprobleme (Vorschriften zur Ermittlung günstiger Züge). Jedoch ging es dem Verfasser nicht um eine spezielle „Schachtheorie", sondern um den Aufbau eines Formalismus, der allen auftretenden Situationen gewachsen ist.

Aus der Fülle der Programme des Schachspiels sei ein typisches Beispiel gebracht, und zwar das Programm für:

„Der weiße König kann einen Zug machen, ohne dabei in Schach zu kommen."

```
P 148   | R (V) ⇒ R 148                                        (1)
      V |   0      0
      A |   5      0

        | x' [(x ∈ V) ∧ (x = L0)] ⇒ Z                          (2)
      V |      0                    0
      K |                1
      A | 4    5         3          4

        | (Ex) [(x ∈ V) ∧ R 17 (Z, x) ∧ (x=0) ∨ x              (3)
      V |          0          0
      K |                     0 0     1       1.3
      A |   4     4 5         2 2     3       0

        |      ∧ ‾Ey‾ [(y ∈ V) ∧ y ∧ R 128 (v, y, x)]]         (4)
      V |                 0             0
      K |                     1.3          0 0
      A |         4       5   0         5  2 2
```

Die hierbei benutzten Unterprogramme sind:

```
  | R17 (V, V)
V |      0  1    „Die Punkte V0 und V1 sind benachbart."
A |      2  2
```

```
  | R128 (V, V, V) „Bei der gegebenen Feldbesetzung V0
V |       0  1  2   ist der Zug von Punkt V1 nach Punkt
A |       5  2  2   V2 erlaubt."
```

Das Programm *R* 128 ist verhältnismäßig kompliziert, da untersucht werden muß, welcher Stein auf Punkt V_1 steht, ferner ob der Punkt V_2 zu V_1 in einer solchen geometrischen Relation steht, daß der auf V_1 stehende Stein dorthin setzen kann, und schließlich muß untersucht werden, ob dazwischenliegende Punkte vorhanden sind und ob diese frei sind.

Erklärung der Formel P148 in Worten:

(1) ist der Randauszug, der besagt, daß über eine Feldbesetzung (*A* 5) eine Aussage gemacht werden soll.

(2) Diejenige Punkt-Besetzt-Angabe (x), welche in der Liste der Spielbesetzung (V_0) enthalten ist, deren Komponente Nr. 1 = L0 ist (Zeichen für König in der Numerierung der Steintypen), ergibt den Zwischenwert Z_0.

(3) Es gibt in der Liste der Spielbesetzung (V_0) einen Punkt (x), der zu Z_0 (Punkt, auf dem der König steht) benachbart ist und der unbesetzt (= 0) oder mit einem schwarzen Stein besetzt ist ($x_{1\cdot 3}$) (das bedeutet Ja-Nein-Wert Nr. 3 der Besetzt-Angabe x_1; dieser charakterisiert schwarze Steine).

(4) Es gibt keinen weiteren Punkt, der mit einem schwarzen Stein besetzt ist, welcher nach Punkt x gesetzt werden kann.

Literatur

[1] *K. Zuse*, „Ansätze einer allgemeinen Theorie des Rechnens". (1943). Unveröffentlicht.

[2] *K. Zuse*, „Plankalkül", Theorie der angewandten Logistik. 1945. Unveröffentlicht.

[3] *K. Zuse*, „Über den allgemeinen Plankalkül als Mittel zur Formulierung schematisch-kombinativer Aufgaben". Archiv der Math. 1 (1948/49), Heft 6, S. 441—449.

[4] *K. Zuse*, „Die mathematischen Voraussetzungen für die Entwicklung logistisch-kombinativer Rechenmaschinen". Zeitschrift f. angew. Mathematik und Mechanik (ZAMM). 29 (1949), Heft 1/2, S. 36—37.

Die algorithmische Formelsprache ALGOL

The Algorithmic Language ALGOL

von H. ZEMANEK
Technische Hochschule, Wien

Elektron. Rechenanl. 1 (1959) 2
Manuskripteingang: 6. 4. 1959

ALGOL (algorithmic language) ist ein Ansatz zu einer universellen Formelsprache für alle elektronischen Rechenmaschinen, die einerseits so nahe wie möglich an der herkömmlichen mathematischen Formelsprache liegt, andererseits aber die automatische Transformation in ein Programm für jede gegebene Maschine erlaubt. Dieser Bericht interpretiert die offizielle, in englischer Sprache gehaltene Darstellung deutsch und für den Nicht-Mathematiker.

ALGOL (algorithmic language) is a proposal for a universal formula language for all electronic computers which, though being as close as possible to the traditional mathematical formula language, allows automatical transformation into a program for any given computer. This report corresponds to the original, English written report, but is in German and is intended for the non-mathematician.

Gliederung, zugleich Übersicht über die Hierarchie der Begriffe

0. Einführung

0.1 *Der Zweck von ALGOL*

0.2 *Die historische Entwicklung von ALGOL*

0.3 *Die drei Formen von ALGOL*
- 0,31 Bezugssprache (reference language)
- 0.32 Veröffentlichungssprache (publication language)
- 0.33 Maschineneigene Sprachen (hardware representations)

0.4 *Bemerkungen zur Form des vorliegenden Berichtes*

1. Mathematische Formeln

1.1 *Das Zeichen (basic symbol)* $x \sim \mu\ \delta$
- 1.11 Nichtbegrenzer (non-delimiters) $\mu \sim \zeta\ \lambda$
  - 1.111 Ziffern (figures) $\zeta \sim 0\ 1\ 2 \cdots 9$
  - 1.112 Buchstaben (letters) $\lambda \sim a\ b \cdots z\quad A\ B \cdots Z$
- 1.12 Begrenzer (delimiters) $\delta \sim \omega\ \sigma\ \beta\ \varphi$
  - 1.121 Operatoren (operators) ω, siehe 1.35 und 1.36
  - 1.122 Trennzeichen (separators) $\sigma \sim ,\ .\ _{10}\ :\ ;\ :=\ =:\ \rightarrow$
  - 1.123 Klammern (brackets) $\beta \sim (\ )\ [\ ]\ \uparrow \downarrow$ **begin end**
  - 1.124 Vereinbarungszeichen (declarators) φ, siehe 2.2

1.2 *Die Zeichenkette (string)* $S \sim xxx \cdots x$
- 1.21 Die allgemeine Zeichenkette S
- 1.22 Die beschränkte Zeichenkette S_δ
- 1.23 Die ganze Zahl (integer) $G \sim \zeta\zeta\zeta \cdots \zeta$
- 1.24 Die Bezeichnung (identifier) $I \sim \lambda\mu\mu \cdots \mu$

1.3 *Der Ausdruck (expression)* B *oder* E
- 1.31 Die Zahl (number) $N \sim G\,.\,G_{10} \pm G$
- 1.32 Die einfache Variable (variable) $V \sim I$
- 1.33 Die Variable mit Index (subscript) $V \sim I\,[l]$
- 1.34 Die Funktion (function) $F \sim I\,(l)$
- 1.35 Die speziellen logistischen Ausdrücke B
  - 1.350 Die Negation $\neg$
  - 1.351 Die Disjunktion $\vee$
  - 1.352 Die Konjunktion $\wedge$
  - 1.353 Die Äquivalenz $\equiv$
  - 1.354 Die Gleichheit $=$
  - 1.355 Größer als $>$
  - 1.356 Kleiner als $<$
  - 1.357 Die Ungleichheit $\neq$
  - 1.358 Kleiner als oder gleich $\leqq$
  - 1.359 Größer als oder gleich $\geqq$
- 1.36 Die speziellen arithmetischen Ausdrücke E
  - 1.360 Positives Vorzeichen $+$
  - 1.361 Negatives Vorzeichen $-$
  - 1.362 Summe $+$
  - 1.363 Differenz $-$
  - 1.364 Produkt $\times$
  - 1.365 Quotient $/$
  - 1.366 Potenz $\uparrow E \downarrow$
- 1.37 Zusammengesetzte Ausdrücke B oder E

2. Hilfsbegriffe und Vereinbarungen

2.1 *Hilfsbegriffe*
- 2.11 Die Liste (list) $l_E \sim E, E, E, \cdots E$
- 2.12 Die arithmetische Folge (arithm. progression) $p \sim E_i\,(E_s)\,E_e$
- 2.13 Die Marke (label) $L \sim I \quad L \sim G$
- 2.14 Der Zielausdruck (designational expression) $D \sim L$ $D \sim I\,[E]$
- 2.15 Der Parameter (parameter) P (siehe 4.5)
- 2.16 Die Anweisung (statement) Σ
- 2.17 Das Programm (program)

2.2 *Die Vereinbarung (declaration)* Δ
- 2.21 Die Typvereinbarung (type declaration)
  - 2.211 Logistisch (Boolean) $\Delta \sim$ **Boolean** (l_I)
  - 2.212 Ganzzahligkeit (integer) $\Delta \sim$ **integer** (l_I)
- 2.22 Die Feldvereinbarung (array declaration) $\Delta \sim$ **array** $(l_I\,[l_G : l_G],\ l_I\,[l_G : l_G] \cdots)$
- 2.23 Die Verteilervereinbarung (switch declaration) $\Delta \sim$ **switch** $I := (l_D)$
- 2.24 Die Funktionsvereinbarung (function declaration) $\Delta \sim I\,(l_P)$
- 2.25 Die Bemerkung (comment) $\Delta \sim$ **comment**
- 2.26 Die Prozedurvereinbarung (procedure declaration) $\Delta \sim$ **procedure** (siehe 4)

3. Die Anweisung (statement) Σ

3.1 *Allgemeine Arten von Anweisungen*
- 3.11 Die einfache Anweisung (basic statement) Σ
- 3.12 Die zusammengesetzte Anweisung (compound statement) $\Sigma \sim$ **begin** $\Sigma;\ \Sigma;\ \Sigma;\ \cdots\ \Sigma$ **end**
- 3.13 Die markierte Anweisung (labeled statement) $L : \Sigma$ oder $L :$ **begin** $\Sigma;\ \Sigma;\ \Sigma;\ \cdots\ \Sigma$ **end**

3.2 *Spezielle Arten von Anweisungen*
- 3.21 Die Ergibtanweisung (assignment statement)
  - 3.211 $\Sigma \sim V := B$
  - 3.212 $\Sigma \sim V := E$
- 3.22 Die Laufanweisung ('for'-statement)
  - 3.221 $\Sigma \sim$ **for** $V := l_E$
  - 3.222 $\Sigma \sim$ **for** $V := p$ oder $\Sigma \sim$ **for** $V := l_p$
- 3.23 Die Bedingungsanweisung ('if'-statement) $\Sigma \sim$ **if** B
- 3.24 Die Alternativanweisung (alternative statement) $\Sigma \sim$ **if either** $B_1;\ \Sigma_1;$ **or if** $B_2;\ \Sigma_2;\ \cdots$ **or if** $B_k;\ \Sigma_k$ **end**
- 3.25 Die Sprunganweisung ('go to'-statement) $\Sigma \sim$ **go to** D
- 3.26 Die Ausführungsanweisung ('do' - statement) $\Sigma \sim$ **do** L oder $\Sigma \sim$ **do** $L_1,\ L_2\ (S_{\rightarrow} \rightarrow I,\ S_{\rightarrow} \rightarrow I,\ \cdots)$

Zeichenübersicht und „Wörterbuch"

Klassenbezeichnung	englischer Ausdruck	deutscher Ausdruck	definiert in
	alternative statement	Alternativanweisung	3.24
	arithmetical operator	arithmetischer Operator	1.121, 1.36
	array	Feld	2.22
	assignment statement	Ergibtanweisung	3.21
$\varkappa$	basic symbol	Zeichen	1.1
B	Boolean expression	logistischer Ausdruck	1.3
β	bracket	Klammer	1.123
	comment	Bemerkung	2.25
	compound statement	Zusammengesetztanweisung	3.12
Δ	declaration	Vereinbarung	2.2
φ	declarator	Vereinbarungszeichen	1.124, 2.2
δ	delimiter	Begrenzer	1.12
D	designational expression	Zielausdruck	2.14
	'do' - statement	Ausführungsanweisung	3.25
E	arithm. expression	arithm. Ausdruck	1.3
ζ	figure	Ziffer	1.111
	'for' - statement	Laufanweisung	3.22
F	function	Funktion	1.34
	function declaration	Funktionsvereinbarung	2.24
	'go to' - statement	Sprunganweisung	3.25
	hardware representation	maschineneigene Sprache	0.33, 6.
I	identifier	Bezeichnung	1.24
	'if' - statement	Bedingungsanweisung	3.23
G	integer	ganze Zahl	1.23
L	label	Marke	3.13
λ	letter	Buchstabe	1.112
l	list	Liste	2.11
	logical operator	logistischer Operator	1.121, 1.35
	mantissa	Ziffernfaktor	1.31
μ	non-delimiter	Nichtbegrenzer	1.11
N	number	Zahl	1.31
ω	operator	Operator	1.121
P	parameter	Parameter	2.15
	procedure	Prozedur	2.16, 3.27, 4.
	procedure declaration	Prozedurvereinbarung	3.27, 4.1
p	arithm. progression	arithm. Folge	2.12
	program	Programm	2.17
	publication language	Veröffentlichungssprache	0.32, 5.
	reference language	Bezugssprache	0.31, 1. bis 4.
	relational operator	vergleichender Operator	1.121, 1.35
	'return' - statement	Rückkehranweisung	3.28, 4.1
	scale factor	Skalenfaktor	1.31
σ	separator	Trennzeichen	1.122
	sequential operator	sequentieller Operator	1.121
	sign	Vorzeichen	1.36
Σ	statement	Anweisung	3.
	statement parentheses	Anweisungsklammern	3.12
	'stop' - statement	Haltanweisung	3.29
S	string	Kette	1.2
	subscript	Index	1.33
	switch	Verteiler	2.23
	type	Typ	2.21
V	variable	Variable	1.3

Trennzeichen (separators) σ

Zeichen	Name	definiert	Abschnitt
,	Komma	in der Liste	1.33,2.11
		in der Ausführungsanweisung	3.26
.	Dezimalpunkt	in der Zahl	1.31
$_{10}$	Skalenfaktortrennzeichen	in der Zahl	1.31
:	Doppelpunkt	in der Feldvereinbarung	2.22
		nach der Marke	3.13
;	Anweisungstrennzeichen	in der Anweisung	3.12
		in der Prozedur	4.1
:=	Ergibtzeichen	im Verteiler	2.23
		in der Funktionsvereinbarung	2.24
		in der Ergibtanweisung	3.21
		in der Laufanweisung	3.22
=:	Ergibtzeichen	in Prozeduren	4.1,4.2
→	Substitutionszeichen	in der Ausführungsanweisung	3.26

Vorbemerkung

Die definierende Darstellung der algorithmischen Formelsprache ALGOL ist der ALGOL-Bericht [1] in englischer Sprache. Die hier gegebene Darstellung soll den Zugang zu ALGOL, insbesonders für den Nichtmathematiker, erleichtern, kann und will jedoch nichts an den Definitionen des ALGOL-Berichtes ändern; diese sind als übergeordnet zu betrachten. Herr Prof. Dr. *F. L. Bauer* (Universität Mainz) hatte zwar die Liebenswürdigkeit, die vorliegende Darstellung durchzusehen, für die Darstellungsweise und ihre Einzelheiten sowie für allfällige Irrtümer ist jedoch der Verfasser allein verantwortlich. Er hielt sich in der Nähe des ALGOL-Berichtes [1] und berücksichtigte einige Diskussionsfragen und Ergebnisse der ALGOL-Tagung in Kopenhagen, Februar 1959.

0. Einführung

Die Programmierung elektronischer Rechenmaschinen steht in engem Zusammenhang mit der mathematischen Formelsprache. Es wäre am einfachsten, könnte man den Rechenanlagen die Aufgaben in der gleichen Form stellen, die in den Mathematikbüchern der letzten Jahrzehnte benützt ist.

Aber die übliche mathematische Formelsprache ist erstens nicht bis in alle Einzelheiten einheitlich; darüber hinaus entbehrt sie auch des dynamischen Elements. Sie ist der Art angepaßt, in der der Mensch rechnet, und seiner Fähigkeit, aus den Zwischentexten und aus seinem Wissen die richtigen Schlüsse für die Behandlung und numerische Auswertung der Formelzeichen zu ziehen.

Die Programmierung hingegen hatte von der Befehlsliste der Rechenmaschine auszugehen, denn die Maschine befolgt allein Befehle aus ihrer Liste, sie ,,versteht" nichts darüber hinaus. Diese Beschränkung ist von verschiedenen Seiten als eng angesehen worden, als Garantie dafür, daß die Maschine stets nur primitive Arbeit leisten wird. Tatsächlich aber kann man bei den heutigen größeren elektronischen Rechenmaschinen aus den gegebenen Befehlslisten Programme gestalten, welche auf eine geradezu unbegrenzte Erweiterung der Befehlsliste hinauskommen. Mit jedem derartigen Unterprogramm ,,versteht" die Maschine dann mehr. Im gleichen Sinn wird es möglich, einen Teil der Programmherstellung zu automatisieren; man spricht von automatischer Programmierung und von Formelübersetzung.

0.1 Der Zweck von ALGOL

Allgemein formuliert, handelt es sich bei der algorithmischen Formelsprache ALGOL darum, die Sprache der elektronischen Rechenanlage der üblichen mathematischen Formelsprache so weit als möglich und sinnvoll zu nähern. Auf diese Weise kommt dann auch das Programmieren wieder aus dem Verdacht, an sich eine Kunst zu sein.

Allerdings zwingt die Tatsache, daß die Maschine ausschließlich auf logisch eindeutige Anweisungen logisch eindeutig reagiert, zu einer extrem exakten Sprache, zu einer Exaktheit, die der üblichen Formelsprache keineswegs innewohnt. Da außerdem die philosophischen Grundlagen erstens schon innerhalb der bisherigen Mathematik nicht ganz eindeutig sind, und die digitale Rechentechnik überhaupt neue Gesichtspunkte mit hereinbringt, ergeben sich Schwierigkeiten, die man auch der Formelsprache ALGOL ankennt: sie bemüht sich nicht um theoretische Geschlossenheit, sondern hält nur jene Teile im Detail fest, über die einigermaßen allgemeine praktische Übereinstimmung besteht.

Die weitere Entwicklung von ALGOL könnte sich daher in zwei Richtungen bewegen, die man beinahe als entgegengesetzt bezeichnen könnte: einerseits ist zu versuchen, ALGOL noch allgemeiner zu gestalten; andererseits aber wird die praktische Anwendung von ALGOL in der Formelübersetzung und automatischen Programmierung, über die bisher naturgemäß nur an wenigen Stellen und relativ beschränkte Erfahrungen gesammelt werden konnten, zweifellos Rückwirkungen auf die Ausgestaltung von ALGOL selbst haben.

Die vorliegende Darstellung hat weder offiziellen Charakter, noch darf von ihr mathematisch-logische Geschlossenheit erwartet werden. Für die kritische Betrachtung und für die Absicht, ALGOL beherrschen zu wollen, muß auf den ALGOL-Bericht [1] verwiesen werden.

0.2 Die historische Entwicklung von ALGOL

Die Notwendigkeit, eine Formelsprache zu entwickeln, die den dynamischen Möglichkeiten des Rechenautomaten angepaßt ist, wurde in Europa schon früh erkannt. *K. Zuse* hatte bereits vor mehr als einem Jahrzehnt seinen Plankalkül [2] entwickelt, ohne allerdings bis zur praktischen Verwendung vorzustoßen. Auch wurde seine Arbeit damals nur andeutungsweise veröffentlicht. Einen entscheidenden Schritt zur Aufstellung einer standardisierten Formelsprache machte 1951 *H. Rutishauser* [3].

Nach der Darmstädter Internationalen Rechenmaschinentagung 1955 setzte die GAMM (Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik) einen Programmierungsausschuß ein. Später beschäftigte sich ein Unterausschuß mit algebraischen Sprachen (*F. L. Bauer*, *H. Bottenbruch*, *H. Rutishauser* und *K. Samelson*). Diese Herren bildeten außerdem mit Unterstützung ihrer jeweiligen Institute die Arbeitsgruppe ZMMD, die den Bau eines gemeinsamen Programms zur Formelübersetzung zum Ziel hatte; 1957 war beträchtliches Material erarbeitet.

In diesem Jahr 1957 fand in Amerika die erste Tagung über Erleichterung des Informationsaustausches zwischen verschiedenen Rechenzentren und Recheninstituten statt; es wurde beschlossen, im Rahmen der ACM (Association for Computing Machinery) einen Ausschuß für die Entwicklung einer universellen Maschinensprache zu bilden.

Im Oktober 1957 beschloß der GAMM-Ausschuß den ersten Vorstoß in Richtung auf eine Vereinheitlichung der Maschinensprachen, und als man im April 1958 die beiden Vorschläge der ACM und der GAMM verglich, konnte man erfreulicherweise feststellen, daß ohnehin viel Gemeinsames bestand und daß daher die Voraussetzungen für eine gemeinsame Formelsprache sehr günstig waren. Tatsächlich hatte der GAMM-Ausschuß alle erforderlichen Wortsymbole aus dem Englischen übernommen; sein Vorschlag war theoretisch besonders untermauert, während die Stärke des amerikanischen Vorschlags die zahlreichen praktischen Erfahrungen bildeten, auf denen er aufgebaut war. Auf einer gemeinsamen Tagung in Zürich des JOINT-ACM-GAMM-COMMITTEE[1]) (27. Mai bis 2. Juni 1958) wurde dann die gemeinsame Sprache formuliert, die im folgenden beschrieben wird. Der ALGOL-Bericht [1] ist der unmittelbare Bericht dieser Tagung, der noch nicht die äußerste Klarheit der Darstellung erhalten konnte. Die an manchen Stellen nötig erscheinenden Präzisierungen werden zu gegebener Zeit wohl publiziert werden.

0.3 Die drei Formen von ALGOL

Die Hauptform der algorithmischen Sprache ALGOL wird als

0.31 ,,Bezugssprache" (reference language)

bezeichnet; diese Form ist die definierende, sie nimmt auf keine spezielle Rechenmaschine Rücksicht, sondern nur auf Klarheit und gegenseitige Verständlichkeit. Für Veröffentlichungen wird diese Sprache nur dann verwendet, wenn diese ALGOL selbst zum Gegenstand haben.

Neben die Hauptform treten zwei weitere Spielarten der Sprache. Einerseits die

0.32 ,,Veröffentlichungssprache" (publication language),

die in ihren Zeichen der Handschrift und dem Druck besser entgegenkommt; sie kann auch Indizes, Exponenten, Abstände, griechische Buchstaben und andere übliche Zeichen verwenden, sowie die in einem Land oder auf einem Fachgebiet übliche Zuordnung der Zeichen — es muß nur die eindeutige Umschlüsselung sichergestellt sein. Diese Sprache wird dann für die Behandlung und Mitteilung von mathematischen Problemen verwendet.

0.33 ,,Maschineneigene Sprachen" (hardware representations).

Drittens ist eine Klasse von Sprachen vorgesehen, wo auf Einzelheiten einzelner Rechenanlagen Rücksicht genommen wird und auf die Zeichenbeschränkung vorgegebener Ein-

---

[1]) Mitglieder: ACM: *D. Arden*, *J. Backus*, *P. Desilets*, *D. C. Evans*, *R. Goodman*, *S. Gorn*, *H. Huskey*, *C. Katz*, *J. McCarthy*, *A. Orden*, *A. J. Perlis*, *R. Rich*, *S. Rosen*, *W. Turnanski*, *J. H. Wegstein*. — GAMM: *F. L. Bauer*, *H. Bottenbruch*, *P. Graeff*, *P. Läuchli*, *M. Paul*, *F. Penzlin*, *H. Rutishauser*, *K. Samelson*.

gabeeinrichtungen. Für jede derartige Sprache sind ebenfalls die geschlossenen Umschlüsselungsregeln erforderlich.

0.4 Bemerkungen zur Form des vorliegenden Berichtes

Da die englischen Ausdrücke nicht nur die festgelegten sind und meistens das Zeichen bestimmen, sondern auch für das Lesen von Veröffentlichungen in englischer Sprache bekannt sein müssen, werden sie jeweils in Klammern beigefügt.

Der Bericht beschreibt eine *Sprache:* Dazu wird erstens die übliche deutsche (bzw. englische) Sprache verwendet; sie ist in normalem Druck wiedergegeben. Zweitens treten, insbesondere in den Beispielen, die Zeichen von ALGOL selbst auf; diese werden mager und kursiv wiedergegeben; die Wörter, die für Zeichen stehen, werden in einer Schrift wiedergegeben, die sich im übrigen Text deutlich abhebt. Drittens werden Klassenbezeichnungen von ALGOL verwendet, die für die wirklichen ALGOL-Zeichen stehen; diese werden halbfett und kursiv wiedergegeben.

Diese Festlegungen sind eine für die Bezugssprache notwendige Abweichung von den sonst üblichen Normvorschriften für den Satz von Formeltexten. In der Veröffentlichungssprache sollte die Norm für Formeltexte hingegen verwendet werden.

In der Bezugssprache erscheinen Indizes in Klammern und nicht tief gestellt. Es würden an sich daher keine tiefgestellten Indizes erscheinen; sie sind in diesem Bericht bei den Klassenbezeichnungen für Informationen herangezogen worden, die für ALGOL selbst keine Bedeutung haben, sondern nur zur besseren Orientierung des Lesers dienen.

Zwei Zeichen sind speziell hinzugenommen: für die Definition das Definitionszeichen $\sim$ und für die Andeutung von weiteren Zeichen der gleichen Art das Zeichen $\cdots$.

Der Leser sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß alle Definitionen des ALGOL-Berichts rekursiv (d. h. verschränkt) sind; man muß sich nämlich auch auf Definitionen stützen, die erst später aufgeschrieben sind.

1. Mathematische Formeln

Der erste Abschnitt behandelt die Darstellung mathematischer Formen und Formeln in ALGOL. Bedeutung haben in ALGOL nur Zeichen. Zwischenräume sind daher bedeutungslos, auch der Übergang zur neuen Zeile hat keinen Zeichenwert (Ausnahme: das Zeilenabkommen 5.5 der Veröffentlichungssprache).

1.1 Die Zeichen (basic symbols) x

Die in der mathematischen Formelsprache auftretenden Zeichen (basic symbols) x sind

1.11 Nichtbegrenzer (non-delimiters) μ

1.111 die zehn Ziffern (figures) $\zeta \sim 0\ 1 \cdots 9$

1.112 die 52 lateinischen Buchstaben (letters) λ

$$\lambda \sim a\,b \cdots z\ A\,B \cdots Z$$

1.12 Begrenzer (delimiters) δ

Es wäre ideal, wenn es für alle Begrenzer Zeichen der Schreibmaschine oder wenigsten übliche Buchdruckzeichen gäbe. Da dies nicht der Fall ist, werden teilweise Zeichen verwendet, teilweise aber Wortsymbole, die in einer anderen Schriftart gehalten oder durch Unterstreichen hervorgehoben werden.

Die Begrenzer (delimiters) δ teilen sich nach ihrer Funktion ein in

1.121 Operatoren (operators) ω

Es gibt

1.1211 logistische Operatoren (logical operators)

$$\omega \sim \neg\ \vee\ \wedge\ \overline{\ }$$

1.1212 vergleichende Operatoren (relational operators)

$$\omega \sim =\ >\ <\ \neq\ \leqq\ \geqq$$

1.1213 arithmetische Operatoren (arithmetical operators)

$$\omega \sim +\ -\ \times\ /$$

1.1214 sequentielle Operatoren (sequential operators)

$\omega \sim$ **for** **go to** **do** **return** **stop**

$\omega \sim$ **if** **if either** **or if**

1.122 Trennzeichen (separators) σ

$$\sigma \sim\ ,\ \cdot\ {}_{10}\ :\ ;\ :=\ =:\ \rightarrow$$

1.123 Klammern (brackets) β

$\beta \sim (\ )\ [\ ]\ \uparrow \downarrow$ **begin** **end**

1.124 Vereinbarungszeichen (declarators) φ

$\varphi \sim$ **array** **switch** **comment** **procedure**

Dazu kommen fallweise festgelegte Typen-Vereinbarungszeichen wie

$\varphi \sim$ **Boolean** **integer** usw.

Die Anwendung des Begrenzers wird in diesem Bericht an jenen Stellen definiert, wo er in einem größeren Zusammenhang erstmalig gebraucht wird.

1.2 Die Zeichenkette (string) S

Die Zeichen x werden kettenförmig aneinandergereiht.

1.21 Die allgemeine Zeichenkette S
besteht aus einer Kette von Zeichen x

$$S \sim x x x \cdots x$$

1.22 Die beschränkte Zeichenkette S_K
besteht aus einer Kette von Zeichen x, unter denen jedoch kein Zeichen aus der Klasse K vorkommt. Sie endet mit dem ersten Zeichen aus der Klasse K. Zum Beispiel S_δ (es kommt kein Begrenzer vor) oder $S_\rightarrow$ (es kommt kein Substitutionszeichen vor).

1.23 Die ganze Zahl (integer) G
besteht aus einer Kette S_δ von Ziffern

$$G \sim \zeta\,\zeta\,\zeta \cdots \zeta$$

1.24 Die Bezeichnung (identifier) I
besteht aus einer Kette von Nichtbegrenzern μ, jedoch ist das erste Zeichen stets ein Buchstabe λ. (Dadurch ist die Bezeichnung leicht von der Zahl unterscheidbar.)

$$I \sim \lambda\,\mu\,\mu \cdots \mu$$

Beispiele:
1. *a*
2. *x5*
3. *PSI2*
4. *alpha*
5. *Faktor89a5*

1.3 Der Ausdruck (expression)

Die in der mathematischen Formelsprache auftretenden Ausdrücke (expressions) werden in logistische Ausdrücke B und in arithmetische Ausdrücke E eingeteilt. In beiden Teilgebieten stützt man sich auf Zahlen N, Variable V und Funktionen F.

1.31 Die Zahl (number) N

Die Zahl baut sich stets auf ganzen Zahlen (integers) G auf. Die allgemeine Darstellung, die auch als halblogarithmische Form bezeichnet wird, lautet

$$N \sim G.G_{10} \pm G$$

das heißt, sie setzt sich zusammen aus einer ganzen Zahl vor dem Dezimalpunkt, aus einer ganzen Zahl nach dem Dezimalpunkt (die natürlich den Charakter von Dezimalstellen hat) und aus einer ganzen Zahl im Exponenten von 10. Die drei ganzen Zahlen werden durch die Trennzeichen Dezimalpunkt und ‚tiefgestellte Zahl 10' auseinandergehalten; vor der dritten ganzen Zahl kann auch noch ein Vorzeichen (sign) kommen. Der erste Teil ($G.G$) heißt auch Ziffernfaktor (mantissa) und der zweite Teil (${}_{10} \pm G$) heißt Skalenfaktor (scale factor).

Da Zahlen sehr häufig vorkommen, lohnt sich vergrößerte Freiheit in ihrer Darstellung. Es ist erlaubt, nach den folgenden Beispielen Teile der allgemeinen Form wegzulassen.

Wegfallender Teil	Allgemeine Form	Beispiel
$.G_{10}\pm G$	G	*4711*
$\pm G$	$G.G$	*137.06*
$+$	$G.G_{10}G$	$2.9997_{10}10$
$G.G$	$_{10}\pm G$	$_{10}-12$
$.G \quad +$	$G \quad _{10}G$	$3_{10}12$

In der Logistik gibt es nur die Zahlen *0* und *1*.

1.32 Die einfache Variable (simple variable) V

$V \sim I$

Die einfache Variable hat eine Bezeichnung nach 1.24.

1.33 Die Variable mit Index (subscripted variable)

$V \sim I[l]$

Der Index (subscript) folgt der Variablen in Indexklammern (subscript brackets), eckigen Klammern, die diesem Zweck vorbehalten sind. Der Index besteht aus einer Liste (list) l von Ausdrücken (vgl. 2.11). Der Index wird von den numerischen Werten bestimmt, die die Ausdrücke im gegebenen Fall annehmen. Indexwerte sind jedoch stets ganzzahlig (integer); es wird daher nach der gegebenen Rundungsvorschrift der zunächstliegende ganzzahlige Wert bestimmt, falls ein Ausdruck aus Gründen der numerischen Ungenauigkeit einen nichtganzzahligen Wert annähme.

Beispiele: 1. *x[2]*
2. *y[n,m]*

1.34 Die Funktion (function) F

$F \sim I(l)$

Die Funktion hat eine Bezeichnung nach 1.24. In runden Klammern folgt ihr eine Liste l von Ausdrücken (expressions) E oder B, die auch Parameter (parameters) P sein können. Die Liste wird in 2.11, der Parameter in 2.15 definiert. Bezüglich Funktionsvereinbarungen (function declarations) siehe 2.24.

Bezeichnungen üblicher Art sollen erhalten bleiben. Es wird an Listen von empfohlenen Bezeichnungen gearbeitet. Folgende Bezeichnungen sind in Kopenhagen vorgeschlagen worden:

1. *abs* (E) für den Absolutbetrag von E
2. *sign* (E) für das Vorzeichen von E
3. *entier* (E) für die größte ganze Zahl, die nicht größer ist als E (der ganzzahlige Anteil von E)
4. *sqrt* (E) für die Quadratwurzel aus E
5. *sin* (E)
6. *cos* (E)
7. *exp* (E)
8. *ln* (E)
9. *arctan* (E)

Diese Funktionen können sinnvollerweise nur gebraucht werden, wenn das Argument in dem in der Mathematik üblichen Definitionsbereich bleibt. Beispiele sinnlosen Gebrauchs: *ln (0)* oder *sqrt (—1)* bei reeller Rechnung.

Andere Beispiele:
1. *erfc (x)*
2. *F (a + (2 × k — 1) × h)*
3. *G (x, y, z)*
4. *bigo ((k × x + 1)/3, (y ↑ 2 ↓ + 1/3), z)*

1.35 Die speziellen logistischen Operationen

Es ist bekannt, daß man alle Funktionen der zweiwertigen Logistik mit wenigen Operationen darstellen kann, sogar nur mit einer einzigen. Allzu starke Reduktion wirkt jedoch unhandlich. Für ALGOL sind vier Operationen normiert,

1.350 Die Negation $B \sim \neg B$ (Negationsoperator $\neg$)

1.351 Die Konjunktion $B \sim B_1 \wedge B_2$ (Konjunktionsoperator $\wedge$)

1.352 Die Disjunktion $B \sim B_1 \vee B_2$ (Disjunktionsoperator $\vee$)

1.353 Die Äquivalenz $B \sim B_1 \equiv B_2$ (Äquivalenzoperator $\equiv$),

so daß genügende Handlichkeit gewährleistet ist (alle 16 Funktionen zweier Variabler lassen sich anschreiben, ohne daß eine Variable ein zweites Mal angeschrieben werden muß). Bezüglich der Natur der logistischen Operationen sei auf die entsprechende Literatur verwiesen (z. B. [4]).

Zu den rein logistischen Operationen kommen nun die vergleichenden Operationen (relational operations), die die Größe von Zahlen in ein logistisches Verhältnis setzen. Auch in diesem Fall könnte man mit weniger Operatoren auskommen (es würden zwei genügen), der Handlichkeit wegen sind aber sechs normiert (im ALGOL-Bericht [1] werden die folgenden Operationen in Klammern geschrieben, was der Verfasser des vorliegenden Berichts für einen Druckfehler hält).

1.354 Die Gleichheit $B \sim E_1 = E_2$ (Gleichheitsoperator $=$)

1.355 ‚Größer als' $B \sim E_1 > E_2$ (Größeroperator $>$)

1.356 ‚Kleiner als' $B \sim E_1 < E_2$ (Kleineroperator $<$)

1.357 Die Ungleichheit $B \sim E_1 \neq E_2$ (Ungleichheitsoperator $\neq$)

1.358 ‚Kleiner als oder gleich' $B \sim E_1 \leqq E_2$

1.359 ‚Größer als oder gleich' $B \sim E_1 \geqq E_2$.

Es sei daran erinnert, daß die angeschriebene Relation zutrifft oder nicht, im logistischen Sinn daher den Wert *1* oder *0* annimmt; die Ausdrücke E_1 und E_2 sind arithmetisch, es entsteht jedoch ein logistischer Ausdruck B.

1.36 Die speziellen arithmetischen Operationen

Im Abschnitt 1.36 bedeutet E_1 einen Ausdruck ohne Vorzeichen.

1.361 Das positive Vorzeichen $E \sim + E_1$

1.362 Das negative Vorzeichen $E \sim — E_1$

1.363 Die Addition oder Summe $E \sim E + E_1$

1.364 Die Subtraktion oder Differenz $E \sim E — E_1$

1.365 Die Multiplikation oder das Produkt $E \sim E \times E_1$

1.366 Die Division oder den Quotienten $E \sim E / E_1$

1.367 Die Potenz $E \sim E \uparrow E \downarrow$

1.37 Zusammengesetzte Ausdrücke

Mit Hilfe der gewöhnlichen Klammern (normal brackets) können beliebig komplexe Ausdrücke geformt werden.

$E \sim (E)$

Beispiele

1. $(E_1 — E_2) / 2$
2. $E_1 \times (E_2 — E_3) \times E_4 \uparrow E_5 \downarrow$
3. $E_1 + E_2 \times E_2 — ((E_3 — E_4) \times (E_5 + E_6 \times E_6))$
4. $((E_1/E_2 + E_3) \times (E_4 — E_5) — E_6)/(E_7 \times E_7 — 1)$
5. $E_1 = E_2 — E_3$
6. $(E_1 > E_2) \vee (E_3 > E_4)$
7. $(B_1 \wedge B_2) \vee (E_1 \neq E_2)$
8. $((B_1 \equiv B_2) \vee (\neg B_3 \wedge \neg B_4)) \wedge (B_5 \vee \neg B_6)$

Die Lösung der quadratischen Gleichung $A_0 + A_1x + A_2x^2 = 0$ könnte in ALGOL angeschrieben werden als

9. *—A1/(2 × A2) + sqrt (A1 × A1/(4 × A2 × A2) — A0/A2)*
10. *—A1/(2 × A2) — sqrt (A1 × A1/(4 × A2 × A2) — A0/A2)*

Die Ausdrücke (expressions) von ALGOL sind also das, was man schlechthin als Formel bezeichnet.

Arithmetisch überflüssige Klammern sind zugelassen, sie können für den numerischen Ablauf bedeutungsvoll sein. Soweit nicht Klammern bereits Zusammengehöriges bezeichnen, binden die Operationen Multiplikation und Division stärker als die Operationen Addition und Subtraktion. Im übrigen ist die Abfolge von links nach rechts.

Zum Beispiel bedeutet arithmetisch

	(a × b)/c	und	*a × b/c*	dasselbe
oder	*(a/c) × b*	und	*a/c × b*	dasselbe,

jedoch sollen die rechts stehenden Ausdrücke wegen der Gefahr von Mißverständnissen vermieden werden.

2. Hilfsbegriffe und Vereinbarungen

Im ersten Abschnitt stellt ALGOL eine brauchbare und passende Normierung der üblichen, das heißt statischen, mathematischen Formel dar. Diese Formel, die vom normalen Mittelschulunterricht und eigentlich auch vom normalen Hochschulunterricht her gesehen den Abschluß der rechnerischen Bemühung darstellt, zeigt auch der Rechenmaschine den klaren Weg zum numerischen Resultat. Würde man nur mit einer Formel rechnen, brächte die elektronische Rechenmaschine wenig neue Problematik; sie wäre mathematisch gesehen ein triviales Mittel der numerischen Berechnung.

Die elektronische Rechenmaschine bietet aber dynamische Möglichkeiten, die aus einem trivialen Mittel eine Maschine völlig neuer Art machen und die eine veränderte Einstellung zur numerischen Berechnung ermöglichen und erfordern. Die programmgesteuerte Rechenanlage vermag im Ablauf nicht nur Berechnungen für Folgen von Ausgangswerten wiederholt auszuführen; sie vermag Entscheidungen in Programmen zu treffen, die von vorgegebenen Bedingungen abhängig gemacht werden können, und sie vermag automatisch an Formeln und Programmen Änderungen vorzunehmen, insbesonders laufende Indizes in Formeln zu berücksichtigen.

Diese dynamischen Möglichkeiten sind in der üblichen mathematischen Formelsprache teilweise nicht standardisiert, teilweise nicht begrifflich erfaßt. Es sind neue Begriffe und Zeichen einzuführen. Diese werden in den nun folgenden drei Abschnitten beschrieben.

Abschnitt 2 behandelt Hilfsbegriffe (Abschnitt 2.1) und die Vereinbarungen (Abschnitt 2.2). Abschnitt 3 betrifft die Anweisung und Abschnitt 4 die Prozedur.

2.1 Hilfsbegriffe

2.11 Die Liste (list) l

Eine Folge von Ausdrücken (expressions) heißt Liste (list) l; die Ausdrücke der Liste werden jeweils durch ein Komma voneinander getrennt. Der Index deutet für den Leser an, woraus die Liste besteht.

$$l_E \sim E, E, E, \cdots E \qquad l_B \sim B, B, B, \cdots B$$
$$l_G \sim G, G, G, \cdots G \qquad l_D \sim D, D, D, \cdots D$$
$$l_P \sim P, P, P, \cdots P$$

2.12 Die arithmetische Folge (arithm. progression) p

Für den häufigen Fall, daß eine Liste eine arithmetische Folge (arithmetical progression) darstellt, wird eine spezielle Angabe benützt, die aus dem Anfangsglied E_l, der Differenz E_s (in gewöhnlichen Klammern) und dem letzten Glied E_e besteht

$$p \sim E_l\,(E_s)\,E_e$$

p ist daher äquivalent der Liste

$$l_E \sim E_l,\ E_l + E_s,\ E_l + 2 \times E_s,\ E_l + 3 \times E_s, \cdots E_e$$

2.13 Die Marke (label) L

Die Marke dient zum automatischen Auffinden von mit ihr markierten Anweisungen; sie ist entweder eine Bezeichnung (identifier)

$$L \sim I$$

oder eine ganze Zahl (integer) mit der Eigenschaft einer Bezeichnung

$$L \sim G$$

Die Marke wird der markierten Anweisung vorgesetzt und durch einen Doppelpunkt abgetrennt; an diesem Doppelpunkt ist die Marke erkennbar (siehe Abschnitt 3.13).

2.14 Der Zielausdruck (designational expression) D

Unter einem Zielausdruck (designational expression) wird eine Marke (label) L (siehe Abschnitt 2.13) oder ein Verteiler (switch variable) $I[E]$ (siehe Abschnitt 2.23) verstanden

$$D \sim L \qquad D \sim I[E]$$

2.15 Der Parameter (parameter) P

Der Begriff Parameter hat den gleichen Sinn wie sonst in der Mathematik; er bedeutet also eine Variable, die in bestimmten Fällen bestimmte Werte annimmt oder durch eine bestimmte Funktion berechnet wird. Man kann auch sagen, der Parameter ist die Größe, die für eine Bezeichnung in einem bestimmten Fall eingesetzt wird.

Daher sind Funktionen (siehe Funktionsvereinbarung, Abschnitt 2.24) und Prozeduren (siehe Abschnitt 4.3) durch den Satz ihrer Parameter festzulegen.

2.16 Die Anweisung (statement) Σ

Die Anweisung ist eine geschlossene Vorschrift für einen numerischen Vorgang, die in der elektronischen Rechenanlage einen Ablauf hervorruft. Sie wird im Abschnitt 3 genauer beschrieben.

2.17 Das Programm (program)

Der Begriff Programm umschließt jede Folge von Anweisungen (statements) mit eingestreuten Vereinbarungen (declarations, siehe Abschnitt 2.2), die in einem Rechenmaschinenlauf durchgeführt werden soll.

Wenn nicht ausdrücklich eine Ausnahme festgelegt ist, wie zum Beispiel durch die Bedingungsanweisung ('if' — statement, Abschnitt 3.23) oder durch die Sprunganweisung ('go to' — statement, Abschnitt 3.25), erfolgt die Abwicklung der Anweisungen in der Reihenfolge, in der sie aufgeschrieben sind.

2.2 Die Vereinbarung (declaration) Δ

Die Vereinbarung (declaration) gibt Tatsachen bezüglich des Programms an, in dem sie vorkommt; diese Tatsachen gelten für das ganze Programm und nur für dieses. Sie ändern sich durch den Ablauf des Programms nicht. Es ist daher gleichgültig, an welcher Stelle des Programms die Vereinbarung angeschrieben wird. (Die Ausführung des Programms beginnt nicht, bevor das ganze Programm durch den Formelübersetzer gelaufen ist.)

2.21 Die Typvereinbarung (type declaration)

Die Typvereinbarung (type declaration) dient zur Festlegung gewisser Variabler als aus einer bestimmten Klasse von Variablen gewählt, zum Beispiel als ganze Zahlen (integer), als logistisch (Boolean), als Zahlen mit doppelter Genauigkeit oder als komplexe Zahlen.

Die Typvereinbarung lautet

$$\Delta \sim \textbf{type}\ (l_I),$$

wobei das Wort **type** die Art der Vereinbarung kennzeichnet, also kein Zeichen selbst von ALGOL ist, sondern eine Klassenbezeichnung. Die Zeichen selbst lauten zum Beispiel

2.211 $\Delta \sim$ **Boolean** (l_I)

2.212 $\Delta \sim$ **integer** (l_I)

Alle Variable, die nicht beliebige reelle Zahlen mit einfacher Stellenzahl repräsentieren, müssen durch eine Typvereinbarung festgelegt werden.

2.22 Die Feldvereinbarung (array declaration)

$$\Delta \sim \textbf{array}\ (l_I\,[l_G\colon\ l_G],\ l_I\,[l_G\colon\ l_G],\ \cdots)$$

Die Feldvereinbarung (array declaration) gibt an, wie mehrdimensionale Felder von (indizierten) Größen (zum Beispiel Vektoren oder Matrizen) ausgelegt sind. l_G sind Listen ganzer Zahlen, jedes Paar erscheint durch einen Doppelpunkt getrennt und jedes Paar weist gleich viel ganze Zahlen auf. Die Anzahl und Lage der ganzen Zahlen entspricht den Indizes der Größe; die Liste vor dem Doppelpunkt gibt die unteren Grenzen, die Liste nach dem Doppelpunkt die oberen Grenzen an; die obere Grenze darf in keinem Fall kleiner sein als die untere.

Beispiele 1. **array** $(a[1,1:4,4], g, h, m\ [1:3])$

Dies bezeichnet eine quadratische Matrix $a[i,k]$ mit vier Reihen und vier Spalten sowie drei Vektoren $g[i]$, $h[i]$ und $m[i]$ mit drei Komponenten.

Im Kopf von Prozedurvereinbarungen (siehe Abschnitt 4.1) können in der Feldangabe auch (ganzwertige) arithmetische Ausdrücke stehen:

2. **array** $(x, y, z\ [1,1:n,n], u, v\ [o,m,n:r,s,n+2])$

2.23 Die Verteilervereinbarung (switch declaration)

Der Verteiler (switch) ist eine Liste von Zielausdrücken (designational expressions, siehe Abschnitt 2.14) D. Die Verteilervereinbarung (switch declaration) lautet

$$\Delta \sim \textsf{switch}\ I := (l_D)$$

Da der Zielausdruck D entweder eine Marke (label) L oder ein Verteiler (switch) ist, kann ein Verteiler als Komponenten auch wieder Verteiler haben.
Wenn der Verteiler von einer Sprunganweisung ('go to' — statement, Abschnitt 3.25) aufgerufen wird, bedeutet sein Wert die Marke L, die beim Sprung aufgesucht wird; sein Wert bestimmt sich aus den effektiven Werten, die für die Bestimmung des Index einzusetzen sind.

Beispiele: 1. **switch** $S1 := (15, 16, 17, 18)$

Wenn im Programm irgendwo steht **go to** $S1[m]$ und m ist in dem bestimmten Fall (was aus einer entsprechenden Anweisung hervorgehen muß) $m := 3$, so wird effektiv ausgeführt **go to** 17.

2. **switch** $exit := (3, 5, a[x], b[y])$

darin ist **switch** $a[x] := (a1, a2, a3, a4)$
switch $b[y] := (b1, b2, b3, b4)$

Wenn im Programm irgendwo steht **go to** $exit\ [z + 2]$ und in dem bestimmten Fall $x := 2$, $y := 4$ und $z := 2$ gilt, so wird effektiv ausgeführt **go to** $b4$.

2.24 Die Funktionsvereinbarung (function declaration)

Die Funktionsvereinbarung (function declaration) definiert einen bestimmten Ausdruck als Funktion gewisser seiner Variabler. Sie gibt also (in einfacher, das heißt mit den Mitteln des Abschnitts 1 ausdrückbarer Form) die Berechnungsvorschrift für alle Fälle, in denen die Funktion auftritt.

$$\Delta \sim I_F(l_I) := E$$

I_F ist die Bezeichnung der Funktion. Die Liste l_I umfaßt die Bezeichnungen I für die Funktionsargumente, und E ist ein Ausdruck, der von den mit I bezeichneten Variablen abhängt; weitere Variable, von denen E abhängen mag, bedeuten beim Gebrauch der Funktion ihren aktuellen Wert.

Beispiele 1. $W(Z) := Z + 3/y$

Kommt in einem Programm die durch W bezeichnete Funktion vor, zum Beispiel

$$alpha := q - W(h + 9 \times c),$$

so wird $W(Z)$ aufgerufen und tatsächlich

$$alpha: q - ((h + 9 \times c) + 3/y)$$

gerechnet, mit den aktuellen Werten von q, h, c und y.

2. $F(x, y) := (x + y) \times (x - y)$

Kommt in einem Programm die durch F bezeichnete Funktion vor, zum Beispiel

$$R := F(a, 1) - F(b, 1),$$

so wird $F(x, y)$ zur Berechnung benützt, in diesem Beispiel zweimal

$$R := (a + 1) \times (a - 1) - (b + 1) \times (b - 1)$$

2.25 Die Bemerkung (comment)

Die Bemerkung fügt Programmen Informationen hinzu, die nur den menschlichen Leser angehen, auf den Ablauf des Programms jedoch keinen Einfluß haben und vom Formelübersetzer übersprungen werden.

$$\Delta \sim \textsf{comment}\ S;$$

Auf das Vereinbarungszeichen **comment** kann eine beliebige Zeichenkette ohne Strichpunkt folgen, das heißt, man kann Bemerkungen in irgendeiner Sprache, Formelsprache usw. machen, man muß nur den Strichpunkt vermeiden.

2.26 Die Prozedurvereinbarung

Die Prozedurvereinbarung (procedure declaration) legt gewisse Einzelheiten der Prozedur fest. Sie wird hier nur der Vollständigkeit halber angeführt, ihre Definition und Erklärung erfolgt im Abschnitt 4.1.

3. Die Anweisung (statement) Σ

3.1 Allgemeine Arten von Anweisungen

3.11 Die einfache Anweisung (basic statement)

Die einfache Anweisung hat eine der speziellen Formen 3.21 bis 3.29.

3.12 Die zusammengesetzte Anweisung (compound statement)

Ketten von Anweisungen können mit Hilfe der Anweisungsklammern (statement parentheses) **begin** und **end** zu einer zusammengesetzten Anweisung (compound statement) zusammengefaßt werden. Die einfachen Anweisungen darin werden durch den Anweisungstrenner Strichpunkt abgesondert.

$$\Sigma \sim \textsf{begin}\ \Sigma;\ \Sigma;\ \Sigma;\ \cdots\ \Sigma\ \textsf{end}$$

3.13 Die markierte Anweisung (labeled statement)

Eine Anweisung kann durch eine Marke (label) L (siehe Abschnitt 2.13) markiert werden. Die Marke geht der Anweisung *voraus* und wird durch den Trenndoppelpunkt abgesondert

$$\Sigma \sim L : \Sigma$$

Markierte Anweisungen dürfen nicht ein zweites Mal markiert werden. Innerhalb einer markierten zusammengesetzten Anweisung dürfen markierte Anweisungen vorkommen. Natürlich müssen alle Marken voneinander verschieden sein.
Bei der Markierung von zusammengesetzten Anweisungen kann die Marke nach der Anweisungsklammer **end** wiederholt werden; diese Maßnahme kann für Prüfvorgänge dienlich sein.

$$\Sigma \sim L : \textsf{begin}\ \Sigma;\ \Sigma;\ \Sigma;\ \cdots\ \Sigma\ \textsf{end}\ L$$

3.2 Spezielle Arten von Anweisungen

3.21 Die Ergibtanweisung (assignment statement)

Durch die Ergibtanweisung (assignment statement) wird einer Variablen ein Ausdruck zugeordnet (das Wort Ergibtanweisung ist sprachlich nicht sehr schön, aber allgemein eingeführt)

3.211 $\Sigma \sim V := B$

3.212 $\Sigma \sim V := E$

Das Ergibtzeichen (assignment delimiter) entspricht dem Pfeil von *K. Zuse* [2] und *H. Rutishauser* [3]; der Doppelpunkt gibt die Pfeilspitze wieder, das heißt der definierte Begriff steht auf jener Seite des Gleichheitszeichens, wo der Doppelpunkt steht.

$$y := 2 \times z + 1$$

wäre nach *Zuse* und *Rutishauser* geschrieben

$$2z + 1 \Rightarrow y$$

Es ist wesensgemäß, daß einer logistischen Variablen nicht ein arithmetischer Ausdruck zugeordnet werden kann. Hingegen kann einer arithmetischen Variablen sehr wohl ein logistischer Ausdruck zugeordnet werden, denn dieser hat einen der beiden Zahlenwerte 0 und 1; die arithmetische Variable nimmt dann eben den einen der beiden Werte an.

3.22 Die Laufanweisung ('for' — statement)

Wiederholte gleiche Vorgänge mit Parametervariation werden durch die Laufanweisung ('for' — statement) festgehalten und befohlen. Die Laufanweisung hat zur Folge, daß *die darauf folgende Anweisung* (zusammengesetzte Anweisung) für jeden Wert der Laufanweisung (in der gegebenen Reihenfolge) ausgeführt wird. Es kann sich um eine beliebige Liste von Ausdrücken handeln.

3.221 $\Sigma \sim \textsf{for}\ V := l_E$

Für den besonderen Fall, daß die Liste eine arithmetische Folge bildet, ist die besondere Schreibweise nach Abschnitt 2.12 anwendbar

3.222 $\Sigma \sim \textsf{for}\ V := l_p$

und das ist äquivalent zu

$$\Sigma \sim \textsf{for}\ V := E_{a1}(E_{s1})E_{e1},\ E_{a2}(E_{s2})E_{e2},\ \cdots\ E_{ak}(E_{sk})E_{ek}$$

Beispiele

1. for $x := 1, 4, 5, 9$; $y := (x \times (x - 1))/2$
2. for $k := 1(1)n$; $S := S + F(a + (2 \times k - 1) \times h)$
3. for $i := 1(1)n$; begin for $k := 1(1)n$;
   begin $s[i, k] := 0$; for $l := 1(1)n$;
   $s[i, k] := s[i, k] + a[i, l] \times b[l, k]$ end end

Beispiel 3 ist eine Berechnung des Produkts zweier Matrizen $A = \{a_{ik}\}$ und $B = \{b_{ik}\}$.

3.23 Die Bedingungsanweisung ('if' — statement)

Die Ausführung einer Anweisung kann mit Hilfe der Bedingungsanweisung ('if' — statement) von einer logistischen Bedingung abhängig gemacht werden. Wenn in der Bedingungsanweisung

$\Sigma \sim$ if B

B den Wert *1* hat, wird *die darauf folgende Anweisung* ausgeführt, wenn B hingegen den Wert *0* hat, wird die darauf folgende Anweisung übersprungen und die nächstfolgende Anweisung in Arbeit genommen.

Es ist nicht erforderlich, mehrere Bedingungsanweisungen unmittelbar hintereinander folgen zu lassen, weil in B die genaue logistische Bedingung für die betroffene Anweisung erfaßt werden kann. Wer trotzdem mehrere Bedingungsanweisungen unmittelbar aufeinander folgen lassen wollte, müßte sich über die logistischen Verhältnisse bei der automatischen Ausführung voll im klaren sein.

Beispiele 1. if *delta* $<$ *abs* $(I - Ibar)$;
begin Σ; Σ; Σ; $\cdots$ Σ end;
Simps $:= I/3$

So lange δ kleiner ist als der Absolutbetrag der Differenz $I - \bar{I}$, wird die zusammengesetzte Anweisung zwischen den Anweisungsklammern begin und end ausgeführt; sobald hingegen der Absolutbetrag der Differenz kleiner wird, erscheint die Bedingung nicht mehr erfüllt, die zusammengesetzte Anweisung wird übersprungen und gemäß der nächsten Anweisung die mit 'Simps' bezeichnete Größe berechnet.

2. Ein zweites Beispiel bietet die Durchführung einer Ergibtanweisung für eine arithmetische Folge von Werten. Was als

for $V := E_1(E_s)E_e$; $\Sigma \cdots$

angeschrieben wird, könnte auch mit Hilfe einer Bedingungsanweisung formuliert werden

$V := E_1$;
$L : \Sigma$;
$V := V + E_s$;
if $V \leqq E_e$; go to L; $\cdots$

(go to wird im Abschnitt 3.25 erklärt).

3.24 Die Alternativanweisung (alternative statement)

Im ALGOL-Bericht ist die Möglichkeit vorgesehen, aus einer Reihe von bedingten Anweisungen die erste, für die die Bedingung erfüllt ist, auszuwählen und die restlichen zu überspringen.

$\Sigma \sim$ if either B_1; Σ_1; or if B_2; Σ_2; $\cdots$ or if B_k; Σ_k end

Beispiel if either $a > 1$; $d := 1$; or if $a \geqq 0$; $d := a$;
or if $a < 0$; $d := 0$ end

3.25 die Sprunganweisung ('go to' — statement)

Die Sprunganweisung ('go to' — statement) unterbricht den normalen Ablauf des Programms (siehe Abschnitt 2.17); für eine Anweisung tut dies auch die Bedingungsanweisung, die Sprunganweisung aber ermöglicht eine beliebige Fortsetzung: es wird nicht die nachfolgende Anweisung ausgeführt, sondern die in der Sprunganweisung bezeichnete. Es gibt zwei Formen der Sprunganweisung; im ersten Fall wird eine Marke (label) L aufgesucht.

3.251 $\Sigma \sim$ go to L

und im zweiten Fall ein Verteiler (switch)

3.252 $\Sigma \sim$ go to $I[E]$

Die Bezeichnung des Verteilers I ist unter den Vereinbarungen (declarations) festzulegen; bezüglich Verteiler siehe Abschnitt 2.23.

Beispiele 1. go to *16*
2. go to *Simps*
3. go to *exit* $[z + 2]$

3.26 Die Ausführungsanweisung ('do'-statement)

Einfache oder zusammengesetzte Anweisungen, die einmal niedergeschrieben sind, können mittels einer Ausführungsanweisung ('do'-statement) an einer beliebigen Stelle wieder in das Programm eingeführt werden, und zwar mit Veränderungen, die in der Ausführungsanweisung bestimmt werden.

$\Sigma \sim$ do L_1, L_2 $(S_{\to} \to I, S_{\to} \to I, \cdots S_{\to} \to I)$

Darin sind L_1 und L_2 Marken; die Ausführungsanweisung umschließt die mit den Marken L_1 bis L_2 bezeichneten (zusammengesetzten) Anweisungen, L_1 und L_2 eingeschlossen. Wenn nur eine einzige (zusammengesetzte) Anweisung benützt werden soll, so genügt die Marke L dieser Anweisung.
In der folgenden Klammer stehen die Angaben für die Substitutionen (substitutions). Die Bezeichnungen oder Marken I der mit L_1, L_2 aufgerufenen Anweisungen werden durch die links vom Substitutionszeichen stehenden, kein Substitutionszeichen enthaltenden Zeichenketten $S_{\to}$ ersetzt.

Wenn innerhalb einer Ausführungsanweisung eine andere Ausführungsanweisung vorkommt, so wird diese zuerst befolgt. Nach Ausführung enthält der übernommene Programmabschnitt daher keine Ausführungsanweisungen mehr.

3.27 Die Prozeduranweisung (procedure statement)

Die Prozeduranweisung dient dazu, eine Prozedur (procedure) zur Ausführung zu bringen. Sie wird hier nur der Vollständigkeit halber aufgeführt. Ihre Definition und Erklärung erfolgt im Abschnitt 4.2.

3.28 Die Rückkehranweisung ('return'-statement)

Die Rückkehranweisung ('return'-statement) dient dazu, nach Ausführung einer Prozedur wieder in das Programm zurückzukehren, das die Prozeduranweisung enthielt. Siehe Abschnitt 4.2.

$\Sigma \sim$ return

3.29 Die Haltanweisung ('stop'-statement)

Die Haltanweisung ('stop'-statement) schließt das Programm ab

$\Sigma \sim$ stop

Man verwendet sie praktisch gerne dazu, um den Programmablauf zu überwachen; auch bedingte Haltanweisungen werden benützt.

(Wird fortgesetzt)

Literatur

[1] The ACM Committee on Programming language and the GAMM Committee on Programming, Report on the Algorithmic Language ALGOL (edited by *A. J. Perlis* and *K. Samelson*)
Num. Math. 1 (1959), 1, 41—60
Comm. ACM 1 (1958), 12, 8—22

[2] *K. Zuse*, Über den allgemeinen Plankalkül als Mittel zur Formulierung schematisch-kombinativer Aufgaben. Arch. d. Math. 1 (1948/49), 441—449.
K. Zuse, Über den Plankalkül. Elektron. Rechenanl. 1 (1959), 2, 68.

[3] *H. Rutishauser*, Automatische Rechenplanfertigung bei programmgesteuerten Rechenmaschinen. Kurze Mitteilung: ZAMP 3 (1952), 312—313. Ausführlich: Mitt. d. Inst. f. Angew. Math. ETH Zürich Nr. 3. Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1952.

[4] *H. Zemanek*, Schaltalgebra. Nachr. Techn. Fachber. 3 (1956), 93—113.

Der Siemens-Digital-Rechner 2002 als Kern von Nachrichtenverarbeitungs-Systemen

The Siemens Digital Computer 2002 — heart of Information Handling Systems

von H. MEYER, Siemens & Halske AG,
Wernerwerk für Telegrafen- und Signaltechnik
München

Elektron. Rechenanl. 1 (1959) 2
Manuskripteingang: 9. 4. 1959

Nachrichtenverarbeitungs-Systeme haben als Kern einen Rechner, der universell einsetzbar, betriebssicher und leicht zu programmieren sein muß.
Es wird beschrieben, wie diese Forderungen bei dem Siemens-Digital-Rechner 2002 realisiert werden: z. B. durch Verwendung von Magnetkernspeichern als Arbeitsspeicher und von Trommelspeichern zum Erhöhen der Speicherkapazität; durch automatische Gleitkomma-Rechnungen; durch ein umfassendes Spektrum von Eingabe- und Ausgabegeräten, wie z.B. von Lochstreifen-, Lochkarten-, Magnetbandgeräten, sowie von Druckern, Schnelldruckern und Analog-Sichtgeräten; durch Verwendung von Transistoren und von kleinsten Baueinheiten in geätzter und tauchgelöteter Ausführung; durch mehrfache automatische Kontrolleinrichtungen. Der Rechner vereinigt in sich also höchste Betriebssicherheit und universelle Anwendbarkeit.
Die Maßnahmen für leichtes und zeitsparendes Programmieren werden kurz erläutert. Der Stand der Entwicklung, der Fertigung und der Lieferungen wird erwähnt. Auf den Kundendienst wird hingewiesen, der zur Unterstützung von Interessenten und Benutzern des Siemens-Digital-Rechners 2002 zur Verfügung steht.

Data processing systems have as central part a computer which must be universally usable, reliable and easily to be programmed.
A description is given of how these requirements are met by the Siemens digital computer 2002: for example by using magnetic core storage as the working storage and magnetic drum memories for the increase of storage capacity; by automatic floating point arithmetic; by a comprehensive spectrum of input and output units as for instance by punched paper-, punched cards - and magnetic tape units as well as by printers, high-speed printers and analog display units; by the use of transistors and small modules with etched and dip-soldered circuits; by various automatic control equipment. The computer thus combines highest reliability and universal applicability.
The measure taken to facilitate and save time in programming are briefly illustrated. The stage of development, production and delivery is mentioned. The service is referred to which is at the disposal of people interested in and users of the Siemens digital computer 2002.

Aufgabe der Nachrichtenverarbeitungs-Systeme

Nachrichtenverarbeitungs-Systeme haben die Aufgabe, maschinell mehrere Nachrichten nach vorgegebenen Regeln miteinander zu verknüpfen und so neue Nachrichten mit anderen Aussagewerten zu gewinnen.
Die Fertigungsdisposition einer Fabrik erfordert z. B. die Berücksichtigung vieler verschiedenartiger Forderungen mit teilweise komplizierten Verknüpfungen.
Die täglich in einem Betrieb anfallenden Berichte über Umsatz, Bestelleingang, Fertigungsausstoß, Lagerbewegung usw. müssen so miteinander in Zusammenhang gebracht werden, daß die Betriebsleitung statt einer großen Zahl schwer übersehbarer Einzelnachrichten einige wenige aus dieser großen Zahl abgeleitete Aussagen erhält, die ihr die Möglichkeit geben, wirklichkeitsnahe Entscheidungen schnell zu treffen.
Für eine technische oder wissenschaftliche Aufgabe müssen die Verarbeitungsmethoden mathematisch formuliert werden. Die zu verarbeitenden Nachrichten sind dabei die einzelnen Operanden; das Resultat ist die gewünschte neue Nachricht mit dem neuen Aussagewert.

Der Kern eines Nachrichtenverarbeitungs-Systems ist ein Rechner

Nachrichtenverarbeitungs-Systeme benötigen also zunächst als Kern ein Gerät, das diese Nachrichten nach vorgegebenen Regeln verknüpfen kann. Dieses Gerät bezeichnet man als *Rechner*. Für die Eingabe der zu verarbeitenden Nachrichten und für die Ausgabe der resultierenden Nachrichten gibt es Eingabe- und Ausgabegeräte, die nicht immer mit dem zentralen Rechner räumlich gemeinsam untergebracht sein müssen. Manchmal fallen die zu verarbeitenden Nachrichten dezentral an, dann gehört zu dem Nachrichtenverarbeitungs-System auch ein geeignetes Nachrichtenübertragungs-System.
Wünschenswert ist es, die zu verarbeitenden Nachrichten automatisch zu gewinnen, z. B. durch geeignetes Umwandeln von Meßwerten (Analog-Digital-Konverter) oder durch das selbsttätige Übertragen der Nachrichten aus vorgegebenen Nachrichtenquellen (z. B. Rechnungsbelegen) in den zentralen Rechner oder in ein Medium, das dieser Rechner unmittelbar verarbeiten kann. Bei dieser integrierten Nachrichtenverarbeitung wird jede manuelle Tätigkeit weitgehend ausgeschaltet und ein ungehinderter Datenfluß vom Entstehungsort der zu verarbeitenden Nachricht bis zum gewünschten Resultat erreicht.

Anforderungen an diesen Rechner

Der zentrale Rechner eines solchen umfassenden Nachrichtenverarbeitungs-Systems wird wegen der Forderungen nach hoher Flexibilität und großer Rechengenauigkeit in den meisten Fällen ein Digitalrechner sein. Dieser Rechner muß universell einsetzbar sein, jedenfalls bei besonders leistungsfähigen Systemen, d. h., er muß sowohl für die Lösung von Aufgaben aus der kaufmännischen Verwaltung als auch für die Lösung von Aufgaben aus Wissenschaft und Technik geeignet sein.
Solche Universalrechner sind auch neuen Aufgaben gegenüber sowie gegenüber Änderungen der Aufgaben, wie sie während des Betriebes dieser Geräte immer wieder vorkommen, anpassungsfähiger als Rechner, die speziell für die Lösung einer Aufgabengruppe zugeschnitten sind.
Die zweite Anforderung, die an einen solchen zentralen Rechner gestellt werden muß, heißt höchste technische Betriebssicherheit. Viele Millionen von Rechenoperationen müssen fehlerfrei durchgeführt werden, wenn umfangreiche Aufgaben zu lösen sind. Hierbei soll natürlich der Aufwand für Wartung und Störungsbeseitigung möglichst niedrig gehalten werden.



Bild 1. Magnetkern-Speicher für 1000 Worte.

Noch einer dritten Forderung muß ein solcher Rechner genügen. Der Aufwand an Programmierungsarbeit muß möglichst klein sein, da diese Arbeit weitgehend den wirtschaftlichen Nutzen der Anlage bestimmt. Der Befehlscode muß also übersichtlich und flexibel sein, die Art und die Zahl der Operationsmöglichkeiten muß gleichermaßen gut für die Lösung wissenschaftlicher und kommerzieller Aufgaben geeignet sein.
Wie werden nun diese drei Forderungen:

Universalrechner,
hohe Betriebssicherheit,
geringer Programmierungsaufwand
beim Siemens-Digital-Rechner 2002 erfüllt?

Universalrechner

Die *Aufgaben aus Wissenschaft und Technik* bedingen häufig komplizierte umfangreiche Rechenoperationen, für die eine hohe Rechengeschwindigkeit wünschenswert ist. Da die Rechengeschwindigkeit im wesentlichen durch die Zugriffszeit zum Speicher bestimmt wird, verwendet der Siemens-Digital-Rechner 2002 einen Magnetkernspeicher (Bild 1) als Arbeitsspeicher (Zugriffszeit ca. 5 μs, Zyklusdauer 15 μs). Dieser Arbeitsspeicher wird in Einheiten von 1000, 5000 und 10000 Worten (Wortlänge: 12 Dezimalstellen und ein Vorzeichen) gebaut. Maximal können zehn solche Einheiten, auch in verschiedenen Kombinationen, angeschlossen werden. Durch zusätzliche Einrichtungen (Schnellmultiplikation und Schnelldivision) im Rechen- und Steuerwerk (Bild 2) ergibt sich eine mittlere Operationsgeschwindigkeit von 2200 Op/s (bei Festkomma-Rechnungen). Dieser Zahl liegt ein Programm zugrunde, das aus
50% organisatorischen Befehlen,
25% Additionsbefehlen und
25% Multiplikationsbefehlen
besteht.
Die Operationsgeschwindigkeit schließt die Zeiten für das Lesen und Interpretieren der Befehle und für das Lesen der Operanden ein.

Ebenfalls mit Rücksicht auf *Aufgaben aus Wissenschaft und Technik* wurde der Siemens-Digital-Rechner 2002 für automatische Gleitkomma-Rechnungen eingerichtet, die es ermöglichen, alle Resultate selbsttätig kommarichtig auszuweisen, so daß das bei komplizierten wissenschaftlichen Aufgaben schwierige Abschätzen der Größenordnung von Zwischenresultaten wegfällt, das bei Festkomma-Rechnungen unvermeidlich ist. Die Operationsgeschwindigkeit wird durch die Gleitkomma-Automatik nicht wesentlich herabgesetzt. Sie beträgt unter den gleichen Voraussetzungen — wie oben angegeben — im Mittel 1850 Op/s.
Eine besonders für *Aufgaben aus Wissenschaft und Technik* interessante Ausgabemöglichkeit des Siemens-Digital-Rechners 2002 sei an dieser Stelle schon erwähnt. Es handelt sich um ein analoges Sichtgerät (Bild 3), das die Möglichkeit bietet, Resultate direkt als Kurve auf einem Bildschirm maßstabgerecht darzustellen. Mit einer kleinen Zusatzeinrichtung kann dieses Kurvenbild auch fotografisch festgehalten werden.
Die *Aufgaben aus der kaufmännischen Verwaltung* fordern häufig eine große Speicherkapazität, weil sehr große Datenmengen zu verarbeiten sind. Der Siemens-Digital-Rechner 2002 bietet deshalb die Möglichkeit, die erwähnten Magnetkernspeicher durch Trommelspeicher zu ergänzen. Der Trommelspeicher (Bild 4, Bild 5) hat eine Kapazität von 10000 Worten. Für kommerzielle Aufgaben ist der Anschluß eines Großraum-Trommelspeichers wesentlich größerer Speicherkapazität geplant. Für die Verarbeitung sehr großer Datenmengen können diese internen Speicher (Magnetkern- und Trommelspeicher) durch äußere Magnetbandspeicher ergänzt werden.
Mit Rücksicht auf die *kommerziellen Aufgaben* ist der Siemens-Digital-Rechner 2002 eine Dezimalmaschine, bei der jede Dezimalziffer durch eine 4stellige Binärzahl (Tetrade) verschlüsselt wird. Somit fällt das bei Binärmaschinen notwendige Umrechnen „dezimal-binär" und umgekehrt weg, das die effektive Operationsgeschwindigkeit wesentlich reduziert, wenn große Datenmengen zu verarbeiten sind.
Da jede Ziffer einzeln verschlüsselt wird, bietet sich die Möglichkeit einfacher Kontrollen der Rechenoperationen. Der Inhalt beliebiger Speicherzellen und Register kann jederzeit lesbar angezeigt werden.

Eingabe und Ausgabe

An den Siemens-Digital-Rechner 2002 läßt sich ein umfassendes Spektrum unterschiedlicher Eingabe- und Ausgabegeräte anschließen. *Lochstreifen*-Geräte erfordern den geringsten Aufwand. Außer für wissenschaftliche Rechenzentralen gewinnt der Lochstreifen auch für kommerzielle Aufgaben zunehmend an Bedeutung. Die zu verarbeitenden Daten, die z. B. im Versand, im Wareneingang, in der Fakturierabteilung vorliegen, werden über die Lochstreifen-Zusatzeinrichtung einer Büromaschine in einen Lochstreifen übernommen,

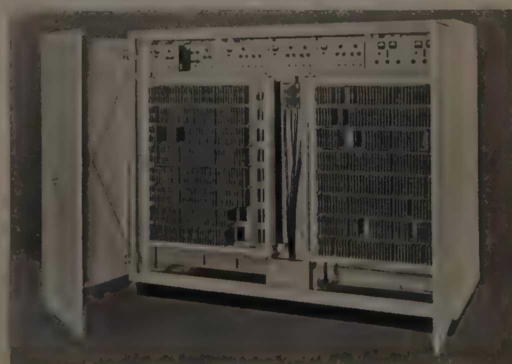


Bild 2. Rechen- und Steuerwerk.



Bild 3. Analoges Sichtgerät, eine Ausgabe-Einheit des Siemens-Digital-Rechners 2002.

der dann ohne weitere manuelle Tätigkeit in den zentralen Rechner eingelesen werden kann. Über einen Lochstreifen-Schnellabtaster (200 Zeichen/s bei Start-Stop-Betrieb oder 400 Zeichen/s bei zügigem Betrieb) wird dann der Nachrichteninhalt des Lochstreifens in den Speicher eingelesen (Bild 6). Ein Streifenlocher (20 oder 50 Zeichen/s) stanzt am Schluß des Rechenvorganges die Resultate in einen Lochstreifen (Bild 7). Während der Eingabe und Ausgabe wird selbsttätig der Lochstreifencode (internationaler Fernschreibcode) in den Maschinencode (3-Excess-Code) und umgekehrt umgesetzt. An den Streifenlocher kann ein Blattschreiber (Bild 7) angeschlossen werden, der die Resultate mit einer Geschwindigkeit von 10 Zeichen/s unmittelbar aus dem Rechner in Klartext überträgt.

Neben dieser Eingabe- und Ausgabemöglichkeit über Lochstreifen hat nach wie vor — besonders für *kommerzielle Aufgaben* — die Ein- und Ausgabe der Daten über *Lochkarten* eine besondere Bedeutung.

Für das Abtasten der Lochkarten und für das Stanzen der Ergebnisse in Lochkarten können an den Siemens-Digital-Rechner 2002 über ein Zwischenglied, die Lochkarten-Steuereinheit (Bild 8), Lochkartenmaschinen angeschlossen werden,

z. B. *für die Eingabe* die Geräte

IBM 077 max. 14000 Karten/Stunde,
IBM 088 max. 39000 Karten/Stunde,
IBM 533 max. 12000 Karten/Stunde;

für die Ausgabe die Geräte

IBM 514 max. 6000 Karten/Stunde,
IBM 533 max. 6000 Karten/Stunde.

Auch der Anschluß anderer Lochkartenmaschinen ist möglich.

Die Lochkarten-Steuereinheit enthält neben Decodiereinrichtungen für die Umsetzung des Lochkartencodes in den Maschinencode und umgekehrt, Geschwindigkeitsumsetzer und Kontrolleinrichtungen (Lesen und Stanzen wird durch einen Zeilen-parity-check kontrolliert), insbesondere für jede angeschlossene Lochkartenmaschine einen besonderen Pufferspeicher (Magnetkernspeicher, 81 × 12 Kerne für Abtast- und Stanzmaschinen bzw. 120 × 12 Kerne für Tabelliermaschinen), so daß der Lese-, Stanz- oder Druckvorgang parallel zu den Operationen im Rechner erfolgen kann, ohne den Arbeitsspeicher des Rechners in Anspruch zu nehmen.

Die Lochkarten-Steuereinheit ist so ausgelegt, daß ein wesentlicher Eingriff in die Lochkartenmaschinen nicht notwendig ist. Diese können also, wenn sie als Eingabe- bzw. Ausgabegeräte für den Rechner nicht benötigt werden, auch als selbsttätige Geräte verwendet werden.

Als *druckende Geräte* können an die Lochkarten-Steuereinheit auch Tabelliermaschinen angeschlossen werden, z. B. die Geräte

IBM 421 9000 Zeilen/Stunde,
IBM 407 9000 Zeilen/Stunde.

Über weitere Steuereinheiten ist der Anschluß auch anderer druckender Aggregate geplant, z. B.

IBM 720 30000 Zeilen/Stunde,
IBM 730 60000 Zeilen/Stunde. -

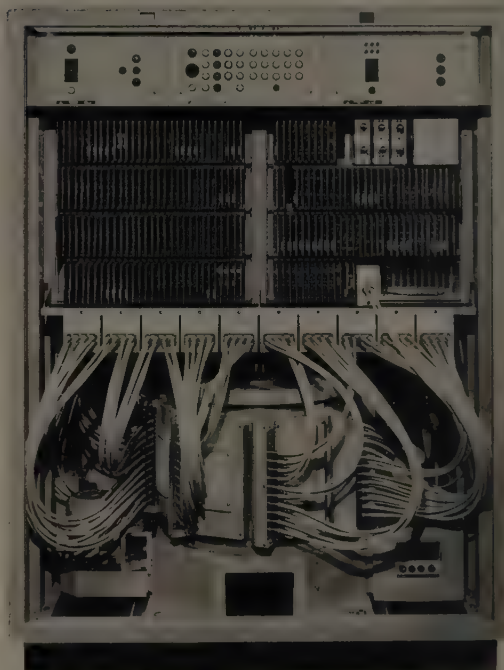


Bild 4. Magnettrommel-Speicher für 10000 Worte.



Bild 5. Magnettrommel für 10000 Worte.



Bild 6. Lochstreifen-Schnellabtaster.



Bild 7. Lochstreifen-Schnellocher und Blattschreiber.

Magnetbandgeräte können — wie bereits erwähnt — als externe Speicher mit dem Siemens-Digital-Rechner 2002 zusammenarbeiten; sie können natürlich auch für Eingabe- und Ausgabezwecke eingesetzt werden. Ihr Anschluß erfolgt über eine Magnetband-Steuereinheit, die neben Decodier- und Überwachungseinrichtungen für die richtige Übertragung (parity-check) zwei besondere Pufferspeicher (Magnetkernspeicher mit je 1260 × 6 Kernen) enthält. Dadurch ist auch hier Lesen und Schreiben parallel zu den Operationen des Rechners möglich, ohne daß der Arbeitsspeicher des Rechners benötigt wird. Die zwei getrennten Pufferspeicher bieten die besonders für Sortierarbeiten vorteilhafte Möglichkeit, simultan von zwei Bandgeräten zu lesen oder auf zwei Bandgeräte zu schreiben oder gleichzeitig von einem Bandgerät zu lesen und auf ein anderes Bandgerät zu schreiben. Maximal können an eine Steuereinheit 20 Bandgeräte angeschlossen werden, z. B. folgende Type:

IBM 727/001 80 Zeichen/cm 15000 Zeilen/s ohne Kontrollkopf

oder nach entsprechender Ergänzung die Typen:

IBM 729/001 80 Zeichen/cm 15000 Zeilen/s mit Kontrollkopf,
IBM 728/003 210 Zeichen/cm 60000 Zeilen/s mit Kontrollkopf.

Periphere Umsetzer

In vielen Fällen wird es wirtschaftlich sein, für das Übertragen der Daten vom Lochstreifen oder von der Lochkarte auf das Magnetband oder umgekehrt vom Magnetband in einen Lochstreifen, in Lochkarten oder zum Ausdrucken in Tabelliermaschinen oder Schnelldrucker nicht den zentralen Rechner zu verwenden — dieser fällt ja während dieser Übertragung für die eigentlichen Aufgaben aus — sondern vom Rechner unabhängige periphere Umwandler einzusetzen.
Solche Geräte sind vorgesehen für das Umsetzen des Nachrichteninhaltes von

Lochstreifen auf Magnetband
Lochkarten auf Magnetband
Lochstreifen/Lochkarten (kombiniert) auf Magnetband
Magnetband auf Tabelliermaschine
Magnetband auf Schnelldrucker.

Betriebssicherheit

Transistorrechner

Höchste Betriebssicherheit bei elektronischen Rechenanlagen heißt bei dem heutigen Stand der Bauelementetechnik: Verwendung von Transistoren anstelle der bisher üblichen Röhren. Transistoren sind in mehreren Punkten den Röhren überlegen. Die Lebensdauer der Transistoren liegt erheblich über der der Röhren. Die wesentlich kleinere Leistungsaufnahme bedeutet eine geringere Wärmeentwicklung und damit eine niedrigere thermische Belastung der übrigen Bauelemente, wie Dioden, Kondensatoren, Widerstände und dergleichen, so daß auch deren Lebensdauer erhöht wird.
Die geringe Wärmeentwicklung der Transistoren macht in vielen Fällen eine Klimaanlage überflüssig oder verringert deren Aufwand beträchtlich. Der Siemens-Digital-Rechner 2002 arbeitet einwandfrei in einer Umgebungstemperatur zwischen 15 und 30°C und bei einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 20 und 80%, also unter Bedingungen, bei denen in den meisten Fällen eine Klimaanlage eingespart werden kann.
Ein weiterer Vorteil der Transistoren liegt in ihren kleinen Abmessungen, so daß alle Baueinheiten des Rechners klein

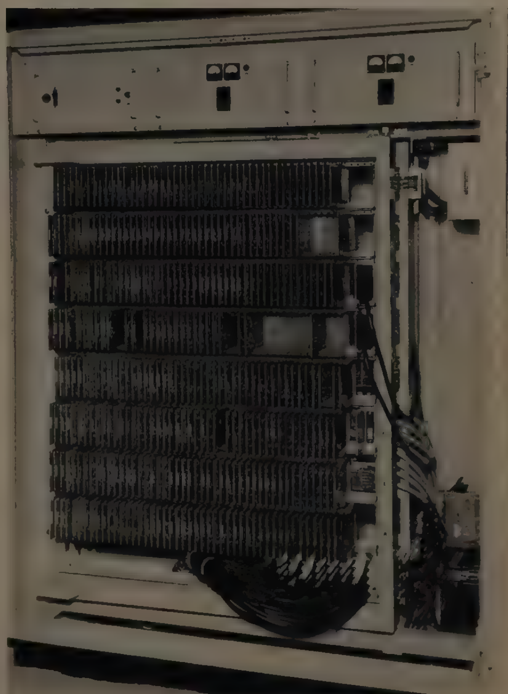


Bild 8. Lochkarten-Steuereinheit.



Bild 9. Flachbaugruppe, der Baustein des Siemens-Digital-Rechners 2002.

und leicht gebaut werden können. Im Siemens-Digital-Rechner 2002 wurden nur Transistoren verwendet, die seit langer Zeit in großen Serien fabriziert werden und ihre Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit bewiesen haben.
An einigen wenigen Stellen des Rechners, wo serienmäßig gefertigte und erprobte Transistoren zur Zeit noch nicht zur Verfügung stehen, also z. B. für die Taktversorgung, wo hohe Frequenz und gleichzeitig hohe Leistung gefordert werden, verwendet der Siemens-Digital-Rechner 2002 zunächst noch seit langem bewährte Röhren.

Baukastenprinzip

Auch der konstruktive Aufbau trägt wesentlich dazu bei, ein Höchstmaß an Betriebssicherheit zu erreichen. Der Baustein des Rechners ist eine etwa postkartengroße steckbare Flachbaugruppe (Bild 9) in geätzter Technik mit tauchgelöteten Verbindungen. Diese Flachbaugruppen sind weitgehend normiert; es gibt insgesamt nur ca. 10 unterschiedliche Ausführungen. Sie werden sowohl im Rechen- und Steuerwerk als auch im Kern- und Trommelspeicher verwendet. Der Siemens-Digital-Rechner 2002 mit Kern- und Trommelspeicher enthält etwa 2500 solche Flachbaugruppen (ohne Lochkarten- und Magnetband-Steuereinheit).
Durch die Verwendung von geätzten Schaltungen bei den Flachbaugruppen wurde der überwiegende Teil der Gesamtverdrahtung des Rechners von manueller auf maschinelle Verdrahtung umgestellt, wobei Verdrahtungsfehler ausgeschlossen sind.
Die speziell für diesen Zweck entwickelte automatische Tauchlötung bietet neben der einwandfreien Lötverbindung den Vorteil, daß bei diesem Verfahren — im Gegensatz zur Handlötung — die Bauelemente in zulässigen Grenzen thermisch belastet werden, ein Vorteil, der sich ebenfalls zugunsten der Lebensdauer der Bauelemente und damit der Betriebssicherheit der Anlage auswirkt. Da der Rechner aus kleinen steckbaren Baueinheiten aufgebaut ist, ist auch die Wartung und das Beseitigen etwaiger Störungen einfach. Fehlerhafte Baugruppen können leicht und schnell ausgewechselt werden. Die geringe Anzahl der verwendeten Typen vereinfacht die Ersatzteilhaltung und trägt damit zur Senkung der Wartungskosten bei.

Kontroll-Einrichtungen

In diesem Zusammenhang muß noch etwas über die im Rechner eingebauten automatischen Kontrolleinrichtungen gesagt werden. Die erste Einrichtung verwendet die Redundanz des Maschinencodes (3-Excess-Code). Eine zweite Kontrolle erfaßt die aus oder in den Speicher laufenden Zahlen und Befehle (parity-check). Eine dritte Einrichtung prüft, ob die vorgesehenen Befehle durchführbar sind.
Daneben wird in den Eingabe- bzw. Ausgabegeräten oder in den zugehörigen Steuereinheiten geprüft, ob die eingelesenen oder ausgegebenen Werte richtig wiedergegeben wurden.
Außer diesen automatischen Kontrollen sind zusätzliche Kontrollen durch Testprogramme in einfacher Weise möglich.
Eine besondere Markierungsstelle im Befehlswort (das Vorzeichen) ermöglicht, abhängig von einem Schalter im Bedienungspult, den Sprung auf ein Testprogramm. Es ist also dem Benutzer überlassen, beliebig oft Prüfprogramme in die Rechnung einzuschalten.
Jeder durch die Kontrollen entdeckte Fehler wird nach Art und Ort angezeigt; gleichzeitig stoppt die Maschine. In den meisten Fällen kann der Fehler in wenigen Minuten durch Auswechseln der fehlerhaften Baueinheit beseitigt werden.
Die $2\frac{1}{2}$jährigen Erfahrungen mit dem Prototyp des Siemens-Digital-Rechners 2002 unter den erschwerten Bedingungen des Versuchsbetriebes haben die erwartete hohe Betriebssicherheit bestätigt.

Programmierung

Der übersichtliche und leicht erlernbare Befehlscode des Rechners wird gleichermaßen den Anforderungen im kommerziellen und wissenschaftlich-technischen Bereich gerecht.
Das Befehlswort (Bild 10) ist wie das Zahlwort 12stellig und bietet damit die Möglichkeit, mit einem einzigen Befehl Operationen auszulösen, für die bei anderen Geräten mehrere Befehle notwendig sind.
Der Siemens-Digital-Rechner 2002 ist eine Ein-Adreß-Maschine; denn der Befehl enthält neben dem Operationsteil nur eine Adresse einer Speicherzelle, mit deren Inhalt die angegebene Operation ausgeführt werden soll.
Der Operationsteil besteht aus 3 Ziffern, der Adressenteil aus 5 Ziffern. Es gibt folgende Arten von Befehlen:

- 28 Befehle für arithmetische Operationen, Festkomma- und Gleitkomma-Befehle, Shiftbefehle und andere spezifische Rechenwerksbefehle;
- 12 Sprungbefehle und Steuerwerksbefehle,
- 9 Indexregister-Befehle,
- 4 Befehle für den Transfer zwischen Kern- und Trommelspeicher,
- 9 Befehle für die Lochstreifen-Eingabe und -Ausgabe,
- 13 Befehle für die Lochkarten-Eingabe und -Ausgabe,
- 10 zus. Befehle für die Magnetband-Eingabe und -Ausgabe,
- 2 Befehle für das Analog-Sichtgerät.

Da durch den 3stelligen Operationsschlüssel wesentlich mehr, nämlich insgesamt 1000 Befehle, möglich sind, ent-

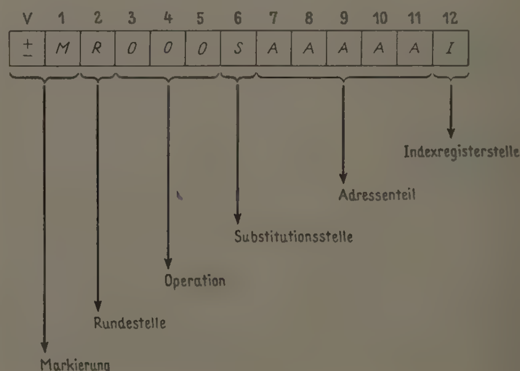


Bild 10. Das Befehlswort des Siemens-Digital-Rechners 2002.

hält der Operationscode eine große Redundanz, die — wie erwähnt — für Kontrollzwecke ausgenutzt wird.

Eine weitere Stelle des Befehlswortes ist die Indexregisterstelle. Sie bezeichnet dasjenige der drei eingebauten Indexregister, dessen Inhalt zu der Adresse des Befehls vor der Ausführung addiert werden soll. Das Befehlszählerregister kann ebenfalls als Indexregister verwendet werden und ermöglicht damit eine relative Programmierung. Auch als Zyklenzähler können die Indexregister verwendet werden. Die Adresse wird durch den Inhalt der Indexregister in einem besonderen Addierwerk des Steuerwerkes modifiziert, ohne daß das Rechenwerk benutzt wird. Diese Operationen laufen also gleichzeitig mit den Operationen im Rechenwerk ab.

Außerdem bietet eine weitere Stelle im Befehlswort die Möglichkeit, die Adresse im Befehl durch eine andere Adresse zu substituieren. Ist z. B. diese Substitutionsstelle mit einer „1" besetzt, dann faßt der Rechner die Adresse im Befehl nicht als Speicherplatz eines Operanden auf, sondern er interpretiert den Inhalt der durch die Adresse bezeichneten Speicherzelle als neue Adresse (Adresse von Adresse). Mit dem Inhalt der durch diese neue Adresse bezeichneten Speicherzelle wird dann die Operation ausgeführt. Diese Adressensubstitution kann innerhalb eines Befehls mehrfach ausgeführt und mit der Adressenmodifikation durch Indexregister gekoppelt werden.

Diese umfassenden Möglichkeiten der Adressenmodifikationen verringern wesentlich den Aufwand für das Programmieren. Z. B. läßt sich ein Unterprogramm mit einem einzigen Befehl in ein Hauptprogramm vollständig einfügen.

Das Befehlswort sieht weiter eine Rundestelle vor, in der angegeben wird, ob bei einer arithmetischen Operation gerundet werden soll oder nicht. Auch hier sind in einem Befehl zwei Aussagen vereinigt, für die häufig zwei getrennte Befehle benötigt werden. Die erste Stelle des Befehlswortes steht dem Programmierer für weitere Markierungen zur Verfügung.

Bei Gleitkomma-Operationen werden die letzten beiden Stellen des Maschinenwortes als Charakteristik (Exponent + 50) und die vorderen 10 Stellen sowie das Vorzeichen als Mantisse einer Zahl der Form $x = \pm a \cdot 10^b$ interpretiert. Auch hier wirkt sich die Wortlänge von 12 Dezimalziffern als Vorteil aus, da eine 10stellige Mantisse für die meisten Fälle ausreicht, während bei kürzeren Wortlängen mindestens die Gleitkomma-Operationen mit doppelter Wortlänge durchgeführt werden müssen, ein Umstand, der die Rechenzeit und den Programmierungsaufwand wesentlich erhöhen.

Falls in Sonderfällen, auch bei 10stelliger Mantisse oder 12stelligem Wort, mit doppelter Genauigkeit gerechnet werden muß, können die Resultate von Festkomma-Multiplikationen mit 24 Stellen und alle Resultate von Gleitkomma-Operationen mit 20 Stellen ermittelt werden.

Neben diesem durch die logische Konzeption des Siemens-Digital-Rechners bedingten einfachen und übersichtlichen Befehlscode steht dem Benutzer eine umfangreiche Unterprogramm-Bibliothek zur Verfügung, die durch die Programmierungsgruppe des Rechenzentrums der Siemens & Halske AG noch laufend erweitert wird. Diese Gruppe arbeitet auch an interpretativen Programmen und an Formelübersetzungs-Programmen, die insbesondere für wissenschaftliche und technische Aufgaben den Umfang der Programmierungsarbeiten wesentlich reduzieren.

Stand der Entwicklung, Fertigung und Lieferungen

1954 wurde mit der Entwicklung des Siemens-Digital-Rechners 2002 begonnen, im Herbst 1956 ein Prototyp zu Versuchszwecken in Betrieb genommen. Ein Jahr später wurde eine erste Serie in die Normalfertigung gegeben. Das erste Gerät aus dieser Serienfertigung nahm im November 1958 die Arbeit auf (Bild 11). Weitere Lieferungen für vorliegende Aufträge sind ab April 1959 vorgesehen.



Bild 11. Rechenzentrum.

Ausbildung und Beratung

Da der wirtschaftliche Nutzen eines leistungsfähigen Nachrichtenverarbeitungs-Systems wesentlich bestimmt wird durch die umfassende Ausbildung des Personals, das sich dieses Systems bedient, und durch die zweckmäßige Ausrichtung der Organisation auf dieses System, wurde beiden Punkten besondere Aufmerksamkeit gewidmet und ein ausgedehnter Kundendienst aufgebaut.

Schon sehr frühzeitig wurde mit Programmierungskursen begonnen. Es werden zwei Arten unterschieden: ein Grundkursus, der keine Kenntnisse digitaler Rechenautomaten und deren Programmierung voraussetzt; Dauer 14 Tage, sowie ein Fortsetzungskurs, bei dem angenommen wird, daß im wesentlichen die Befehlsliste des 2002 bekannt ist. Dieser zweite Kursus soll mehr einem Gedankenaustausch zwischen der Programmierungsgruppe des erwähnten Rechenzentrums und den Benutzern des Siemens-Digital-Rechners 2002 dienen. In ihm sollen ausgewählte Unterprogramme, Superprogramme und dgl. besprochen werden. Die Dauer beträgt ebenfalls 14 Tage.

Weiterhin werden Kurzkurse von 4 Tagen Dauer abgehalten für jene Interessenten, denen die Programmierung elektronischer digitaler Rechenautomaten geläufig ist und die lediglich mit den Besonderheiten der Programmierungstechnik des 2002 vertraut werden wollen.

Neben diesen Programmierungskursen gibt es Ausbildungskurse für Wartungspersonal (Dauer 3 Monate).

Außer dem Personal von Interessenten wurde insbesondere firmeneigenes Personal ausgebildet, so daß für jeden gelieferten Rechner in der weltweiten Vertriebsorganisation der Siemens & Halske AG in unmittelbarer Nachbarschaft des installierten Rechners geschultes Wartungspersonal zur Verfügung steht.

Für die Beratung der Interessenten in allen Fragen des zweckmäßigen Einsatzes leistungsfähiger Rechenanlagen, der Analyse der Aufgaben, der Programmierung und des organisatorischen Einbaues wurden in allen Zweigniederlassungen und Vertretungen der Siemens & Halske AG Ingenieure ausgebildet. Für spezielle und schwierige Aufgaben steht ein zentrales Planungsbüro zur Verfügung, das — falls nötig — unterstützend eingreifen kann. Neben diesen Einrichtungen, die zur unmittelbaren Unterstützung der Interessenten bestimmt sind, arbeiten mehrere große Laboratorien an der Weiterentwicklung von Bauteilen, Speichereinrichtungen, Ein- und Ausgabegeräten, Übertragungssystemen sowie an Einrichtungen zur automatischen Erfassung von Daten, so daß das Siemens-Nachrichtenverarbeitungs-System und sein Kern, der Siemens-Digital-Rechner 2002, immer den neuesten technischen Anforderungen genügen werden.

Aufgaben für Elektronenrechner im Bankbetrieb

What Computers are to do in Banking

von H. JACOBSEN, Hamburgische Landesbank

Elektron. Rechenanl. 1 (1959) 2
Manuskripteingang: 2. 4. 1959

Nachstehend sollen in kurzen Zügen die Vielfalt der Forderungen, die an die elektronische Datenverarbeitung gestellt werden können, dargelegt werden. Dabei kann nicht der Gesichtspunkt, daß der derzeitige Stand der Technik noch nicht die Erfüllung aller Forderungen zuläßt, leitend sein. Bei dem raschen Tempo der Entwicklung auf technischem Gebiet ist anzunehmen, daß in absehbarer Zeit der Verwirklichung der aufgezeigten Wünsche lediglich Fragen der Wirtschaftlichkeit von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen entgegenstehen. Da indessen eine Kostendegression bei der Herstellung solcher Anlagen erst erwartet werden kann, wenn gleichgelagerte Bedürfnisse eines möglichst großen Benutzerkreises zu höheren Fertigungsstückzahlen führen, scheint es nötig, zuvor die Aufgabenstellung zu erörtern und zu klären. Die sicherlich ebenfalls nötige Kalkulation der Speicherkapazität für Banken verschiedener Betriebsgrößen und mit verschiedenartiger geschäftlicher Betätigung kann erst begonnen werden, wenn Klarheit über den Kreis der zu stellenden Einzelaufgaben besteht. Eng verbunden damit ist die Frage nach Rang und Reihenfolge der Programme und nach ihrem zeitlichen Ablaufplan im Arbeitstag der Banken.

Die in diesen Ausführungen erhobenen Forderungen an elektronische Datenverarbeitungsmaschinen sind nur ein Ausschnitt aus den Forderungen, wie sie mit konventionellen Mitteln in der Tagespraxis der Institute erfüllt werden müssen. Sie erscheinen dennoch geeignet, die Anwendungsmöglichkeiten der Datenverarbeitung von der Seite der Kreditinstitute zu beleuchten. Die Ausführungen haben ihren Zweck schon dann erfüllt, wenn sie die Kreditinstitute und die Hersteller elektronischer Datenverarbeitungsanlagen zur Erörterung der Einsatzmöglichkeiten anregen, bevor sinkende Zinsmargen und steigende fixe Kosten im Bankbetrieb zur Rationalisierung zwingen.

In the following the variety of requirements electronic data processing systems have to meet is to be described briefly. In this respect we must not be guided by the aspect that the present stage of technology does not allow yet the realisation of all these demands. In view of the speedy development in the field of technology it can be expected that in due course the realisation of the requirements stated will be merely a matter of profitableness of electronic data processing systems. As however a degression of costs for the manufacture of these systems can be expected only when equal requirements of a fairly large number of users result in a larger quantity of produced systems, it seems to be necessary first of all to discuss and clarify the nature of these requirements. The likewise necessary calculation of the storage capacity for banks of various size and of different kinds of business can only be started when there is some clarity about the various problems. The problems of rank and order of the programmes and their sequence in the working day of the banks is closely connected with this.

The requirements on electronic data processing systems stated in this paper are only part of those to be met by conventional means in the daily practice of the institutes. Nevertheless they seem to be suitable to illustrate the possibilities of application of data processing from the side of the credit institutes. This paper has already fulfilled its purpose if it stimulates the credit institutes and the manufacturers of electronic data processing systems to discuss the possibilities of application before decreasing reates of interest and increasing fixed costs in banking make rationalising necessary.

Vorbemerkung

Zunächst sei gestattet, die in der Überschrift dieses Artikels als Blickfang verwendete Bezeichnung ,,Elektronenrechner" durch den zutreffenderen Ausdruck ,,elektronische Datenverarbeitungsmaschine", im folgenden kurz EDV genannt, zu ersetzen. Das Thema stellt klar, daß nicht an die Erörterung der Einsatzmöglichkeiten von EDV im kommerziellen Sektor überhaupt gedacht ist. Es soll vielmehr versucht werden, einige Forderungen zu umreißen, die aus der Praxis des Bankbetriebes an EDV gestellt werden können. Dabei war die Überlegung leitend, daß zwar eine Beschränkung in den zu stellenden Anforderungen jederzeit möglich ist, sofern ihre Durchsetzung auf bedeutende Schwierigkeiten technischer oder wirtschaftlicher Art stoßen sollte. Es erscheint aber richtig, die Forderungen weit zu spannen, um innerhalb des Bankwesens die Diskussion über die Aufgabenstellung zu fördern und die Produzenten der EDV rechtzeitig mit Wünschen der Praxis bekannt zu machen.

Soweit sich die Literatur über EDV übersehen läßt, zeichnen sich zur Zeit in den Schwierigkeiten, EDV im Bankbetrieb mit Nutzen zu verwenden, drei Schwerpunkte ab. Sie können auf die kurze Formulierung gebracht werden: Aufgabenstellung, Stand der Technik, Wirtschaftlichkeit. Diese Ausführungen beziehen sich auf die zuerst genannte Schwierigkeit, die Aufgabenstellung. Daß der derzeitige Stand der Technik und Kostenfragen dabei häufiger berührt werden, läßt sich nicht ganz ausschließen. Man kann vereinfachend wohl sagen, daß in erster Linie die Kreditinstitute bestimmen sollten, welche Aufgaben eine EDV im Bankbetrieb lösen soll; die Industrie möge die technischen Voraussetzungen schaffen. Bisher ist meistens nur umgekehrt gehandelt worden, für welche Zwecke sich die von der EDV-Industrie entwickelten Geräte im kommerziellen Bereich verwenden lassen[1]). Auch zeichnet sich nur langsam bei den Produzenten die Neigung ab, bei der Entwicklung der EDV den speziellen Bedürfnissen einzelner Branchen entgegenzukommen. Indessen kann erst nach fruchtbarer Zusammenarbeit beider Interessengruppen ein wirtschaftlicher Einsatz der Anlagen erwartet werden.

Welche Betriebsgröße kommt in Frage?

Der Begriff ,,Bankbetrieb" erfordert bei der Vielfalt der Banken in Deutschland hinsichtlich Geschäftsvolumen,

[1]) u. a. *P. Muthesius*, ,,Die Automation der Bankbuchhaltung", in Heft 21/22 (1958), der Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen.

Art der geschäftlichen Betätigung, Zahl der Kräfte, Geschäftsgebiet eine Abgrenzung. Es ist daher zweckmäßig, im Rahmen dieses Themas von einer der vielen möglichen Betriebsgrößen auszugehen, bei der Forderungen an EDV in der weiter unten genannten Art denkbar sind. Die gedanklich als Modell dienende Bank habe folgende Umrisse:

Zentralbetrieb, 1000 Köpfe, Umsatz: rund 80 Mrd. DM jährlich, Geschäftsvolumen: 3 Mrd. DM, kurzfristiges Kreditgeschäft: 5000 Konten, langfristiges Kreditgeschäft: 10000 Konten, Auftragsverwaltungen: 5000 Konten, Emissionsgeschäft, Wertpapiergeschäft, Depotgeschäft.

Diese Betriebsgröße, das sei betont, ist weder die minimale, die maximale noch die optimale. Selbstverständlich treten bei jedem Kreditinstitut Besonderheiten zutage, wenn es um den Einsatz von EDV geht, mögen sie beispielsweise aus dem Filialsystem mit seinem Problem des Datentransportes oder aus einer anderen Gewichtung der obengenannten Geschäftssparten kommen. Die Frage, ob die Wirtschaftlichkeit der Verwendung von EDV in einem Bankbetrieb im voraus bestimmbar ist, kann so lange vernachlässigt werden, wie die Aufgaben und ihre technische Lösung noch nicht klar sind.

Stand der Technik

Bevor die Aufgaben für EDV behandelt werden, ist eine kurze Beleuchtung des derzeitigen Standes der EDV-Technik vom Standpunkt der Kreditinstitute nötig. Die Zahl der Rechenarten, die im Bankbetrieb verwendet werden, ist relativ klein. Es wird vorwiegend addiert, subtrahiert, multipliziert und dividiert. Hieraus folgt, daß die Möglichkeiten, die der Rechenteil einer EDV dem Benutzer bietet, im Bankbetrieb wahrscheinlich nicht voll genutzt werden können. Andererseits ist die Zahl der zu verarbeitenden und stets abrufbereiten Daten recht groß und löst bei einer EDV die Forderung nach einem relativ großen Speichervolumen aus. Die Datenmenge ist nun nicht allein aus dem Rechnungswesen des Betriebes heraus kalkulierbar, sondern stammt, wie sich aus den unten im einzelnen erläuterten Aufgaben ergibt, aus den folgenden drei großen Aufgabenbereichen des Betriebsgeschehens:

1. Rechnungswesen
2. Disposition
3. Betriebsüberwachung.

Um mit der Speicherkapazität zu beginnen: Keines der bisher bekannten Speichersysteme[2]) erfüllt die Forderung eines Kreditinstitutes, sämtliche Daten, sei es aus der Beziehung zwischen Bank und Kunde oder Daten aus dem innerbetrieblichen Geschehen, jederzeit, ohne auf dauernde Energiezufuhr angewiesen zu sein, simultan und trägheitslos abzugeben. Dabei würde der Vorteil weniger in der Schnelligkeit der Abgabe der Daten liegen, sondern in der bei Strukturspeichern zu vermutenden größeren Betriebssicherheit. An folgendem Beispiel möge diese Forderung deutlich werden: Es ist sicherlich möglich, als Speicherelement bei einem reinen Realkreditinstitut Magnetbänder zu verwenden, obwohl das Magnetband nicht als ein in jeder Beziehung zuverlässiges Element angesehen wird und Kontrollarbeitsgänge erfordert. Es ist aber sicherlich unzweckmäßig, in einem Kreditinstitut mit gemischtem, d. h. lebhaftem kurzfristigem und langfristigem Kreditgeschäft zwei verschiedene Systeme nebeneinander für die Speicherung von Daten aus der geschäftlichen Verbindung des Kunden zu beiden Geschäftszweigen des Kreditinstitutes zu verwenden. Hieraus ergibt sich die Forderung: *ein* Speicherplatz für sämtliche Daten aus der Beziehung Kunde—Bank und ein einheitliches Speichersystem. Vom Standpunkt der Betriebssicherheit ist dabei jenem System der Vorzug zu geben, das ohne Röhren arbeitet, klimafest in einem Temperaturbereich von —20°C bis +60°C ist, keiner Klimaanlage und geringer Wartung ohne dauernde Energiezufuhr bedarf.

Die Speicherkapazität wird primär vom Geschäftsumfang des Kreditinstituts, sekundär von den Aufgaben für die EDV abhängen. Neben den an alle EDV zu stellenden Forderungen nach geringer Störanfälligkeit, einem Minimum täglicher Kontrollen auf Funktion und Betriebssicherheit, leichter Erweiterungsmöglichkeit und Austauschbarkeit der Bauelemente ist hervorzuheben, daß auch der derzeitige Stand der Eingabetechnik noch nicht voll den Bedürfnissen der Kreditinstitute entspricht.

Wie soll die Primanote aussehen?

Vor der eigentlichen Eingabe muß sich das Kreditinstitut darüber klar sein, welche Form künftig die Primanote haben soll. An der heute üblichen dezentralen, in den Abteilungen gefertigten und in Klarschrift dokumentierten Primanote sollte auch in Zukunft festgehalten werden. Dies empfiehlt sich schon aus Gründen der Betriebssicherheit. Außerdem lassen sich etwa notwendige Fehlerkorrekturen leichter überwachen. Da ein unmittelbares automatisches Ablesen der für EDV bestimmten Daten aus der Vielfalt der Belege zur Zeit weder möglich noch ratsam erscheint, wird die Vorbereitung der Eingabe vorerst immer noch mechanische, manuell gesteuerte Arbeit auslösen. Es ist natürlich ohne weiteres möglich, Lochkarten oder Lochstreifen bei der Fertigung eines Tippstreifens, Journals, Grundbogens und ähnlicher Unterlagen zu gewinnen und beide Medien, die auch Fehlerkorrekturen zulassen, unmittelbar zur Eingabe zu benutzen. Sie können auch als Datenzwischenträger die Daten auf einen Magnetfilm oder ein Magnetband abgeben. Beide Techniken haben aber den Nachteil, daß als Klarschriftdokument der Grundbuchung nur Beleg und Streifen erhalten bleibt. Eine Reproduktion der auf dem Eingabemedium enthaltenen Daten in Klarschrift erscheint aber aus Kontrollgründen wünschenswert. Sicherer dürfte daher folgender Weg sein: Die zur Verarbeitung in der EDV bestimmten Daten werden zunächst auf einem Tippstreifen bei der primanotenfertigenden Stelle festgehalten, doch tritt an die Stelle des normalen Farbdruckes der Druck in magnetischer Farbe. Nach etwa erforderlicher Berichtigung und endgültiger Abstimmung werden die auf dem Tippstreifen enthaltenen Daten von einem Magnetschrift lesenden Aggregat abgelesen und auf den Eingabeträger übertragen. Anschließend wären die übernommenen Daten aus dem Eingabeträger (Band, Streifen, Karte) in Klarschrift zu reproduzieren. Damit wäre für die Kontrolle der Richtigkeit das erforderliche Material gewonnen und der Weg für die anschließende Verarbeitung der Daten in der EDV erst frei. Offen ist noch die Frage, ob — die erforderliche Datenzufuhrgeschwindigkeit vorausgesetzt — dezentrale Eingabestationen der zentralen Eingabe vorzuziehen sind. Voraussetzung für eine dezentrale Eingabe wäre, daß von allen Stellen zugleich in die EDV eingegeben werden kann. Der Vorteil läge in der zeitlichen Streuung der Eingabe bis zum Buchungsschnitt, hängt aber auch damit zusammen, ob dezentrale Ausgabestationen erforderlich erscheinen. Bei gewissen weiter unten behandelten Einzelaufgaben, namentlich aus den Bereichen Disposition und Betriebsüberwachung, dürfte den dezentralen Ausgabestationen der Vorzug zu geben sein. Klar ist, daß die Ausdruckgeschwindigkeit moderner, zentral ausgebender Schnelldrucker in den Ausgabestationen bei dezentraler Ausgabe nicht erwartet werden kann. Die dezentrale Ausgabe wird sich daher auf schnelle Spezialinformationen von zahlenmäßig geringerem Umfang (verdichtetes Zahlenmaterial oder Detailauskünfte) beschränken müssen. Die Vereinigung beider Ausgabearten in einer EDV ist wünschenswert.

[2]) Magnetbänder, Plattenspeicher, Magnetkernspeicher, Trommelspeicher, Laufzeitspeicher.

Die Ermessensentscheidung bleibt

Nach diesem kurzen Blick auf die Technik der Ein- und Ausgabe muß vor der Behandlung der Einzelaufgaben für eine EDV gleichsam vorbeugend auf folgendes hingewiesen werden: Die Art, den Umfang und die Häufigkeit der auszudruckenden Ergebnisse hat jedes Kreditinstitut selbst zu bestimmen. Die Extreme lauten: Täglich alle Daten speichern, aber nichts ausdrucken und: Täglich alle gespeicherten Daten ausdrucken. Zwischen diesen beiden Punkten liegt eine Vielzahl von Möglichkeiten, deren Nutzen im Einzelfall sehr verschieden sein wird. Von der Buchhaltung abgesehen bedürfen die meisten Daten, wenn sie Grundlage für eine Entscheidung sein sollen, zur Aussagefähigkeit einer wesentlichen Verdichtung.

Die Ermessensentscheidung wird den im Bankbetrieb tätigen Führungs- und Leitungskräften durch die EDV nicht abgenommen. Die EDV liefert nur, wenn auch häufiger und damit zeitnäher, der Entscheidung dienende Gesichtspunkte auf Grund von eingegebenen Daten, die vorwiegend aus dem Bereich des Gegenständlichen kommen. Da sich das Irrationale — glücklicherweise — nicht programmieren läßt, wird auch künftig jede Entscheidung des Menschen ihren mehr oder minder subjektiven Gehalt haben. Die EDV nimmt daher auch niemand Verantwortung ab, sondern macht die in der Entscheidung des Menschen liegende Verantwortung eher deutlicher als bisher, da sie den Ermessensspielraum offenlegt.

Schließlich sei darauf hingewiesen, daß nur sorgfältige Kalkulation unter Verwendung einer bereits vorhandenen Kostenstellenrechnung Anhaltspunkte ergeben kann, ob nicht einzelne der unten genannten Aufgaben besser, also kostenärmer, mit bisherigen konventionellen Mitteln durchgeführt werden können.

Rechnungswesen

Die eingangs gewählte Reihenfolge Rechnungswesen—Disposition—Überwachung ist keine Rangfolge, etwa derart, daß sich aus ihr der vermeintliche Nutzen aus der Verwendung von EDV im Bankbetriebe gestuft ablesen ließe. Das Rechnungswesen steht deshalb an erster Stelle, weil es das vom Gesetzgeber mit strengen Ordnungsvorschriften ausgestattete Sammelbecken der Daten aus dem Bankbetrieb darstellt. Es muß auch im Rahmen dieser Ausführungen an erster Stelle stehen, da die in den Bereichen Disposition und Überwachung anfallenden Aufgaben ohne vorhergehende Speicherung der Daten aus dem Rechnungswesen oft nicht durchführbar sind.

Buchhaltung

In einem Kreditinstitut mit den oben angenommenen Umrissen hätte die EDV die DM-Buchhaltung, die Fremdwährungsbuchhaltung und die Depotbuchhaltung zu erledigen. Selbstverständlich gehört zur DM-Buchhaltung die rechnerische Führung der Personenkonten im lang- und kurzfristigen Geschäft sowie die Führung der Sach- und Hauptbuchkonten. Zur Führung der Hauptbuchkonten tritt die Tagesbilanz, Monatsbilanz und Jahresbilanz einschließlich der Inventarerstellung zum Jahresschluß. Der Speicherplatz für ein Konto muß so groß bemessen sein, daß auf die Umsatzfortschreibung, die vielfach Dezimalzahlen von 13 bis 14 Stellen auslöst, nicht verzichtet zu werden braucht. Ein vom Schnelldrucker zu liefernder Tagesauszug könnte täglich oder zu bestimmten Terminen gedoppelt werden, damit neben den Belegen, sofern sie nicht dem Kunden zusammen mit dem Tagesauszug übersandt werden, eine Kontoabschrift in Lose-Blatt-Form bei der Bank verbleibt. Da aus diesem System ein erheblicher Papieranfall zu erwarten ist, wäre zu überlegen, ob es nicht genügt, den versandbereiten Tagesauszug zu mikrofilmen. Ein besonderes technisches Problem dürfte die Zinsberechnung bilden. Man denke nur bei gebrochenem Zinssatz an die Berechnung von Provision auf den höchsten Debetsaldo, Überziehungsprovision und Rückvalutierungen, die die Zinsberechnung sehr komplizieren.

Debitorenkonten

Im kurzfristigen Kreditgeschäft ist es denkbar, den rechnerischen oder besser den jeweiligen Beleihungswert der Sicherheiten mit im Speicherplatz der Kunden festzuhalten und auch fortzuschreiben. Dies gilt für die Beleihungswerte aller Arten von Sicherheiten im kurzfristigen Kreditgeschäft, möge es sich um Grundschulden, Zessionen, Waren- oder Maschinenübereignung u. ä. handeln. Der Vorteil liegt auf der Hand: Zusammen mit dem ebenfalls einzugebenden Kreditlimit kann sich die Bank, besonders bei Dispositionen des Schuldners, die zur Überziehung oder zu Blankokrediten führen würden, schnell und sicher einen Überblick über Limit, Inanspruchnahme und Deckungsverhältnis verschaffen. Eine dezentrale Ausgabestation erscheint in unmittelbarer Nähe der Kreditdisponenten besonders zweckmäßig.

Um bei den Überlegungen zur Bonität der Kredite und der Kreditnehmer zu bleiben: Es müßte ohne weiteres möglich sein, eine Bonitätsklassifizierung im Speicherplatz des Kunden vorzunehmen; welche Symbole für die Wertstufung benutzt werden, Dezimalzahlen oder Buchstaben, Kombinationen aus beiden Ordnungssystemen oder Schlüssel besonderer Art, ist von untergeordneter Bedeutung. Natürlich wäre auch bei wertberichtigungsbedürftigen Krediten der Betrag der Einzelwertberichtigung im Kundenspeicher mit zu führen. Eine weitere Bonitätsstufung könnte sowohl branchenweise als auch nach Kreditarten vorgenommen werden. Diese Gesichtspunkte gehören zum Teil in das Gebiet der Kreditüberwachung, das später behandelt wird. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist, namentlich bei Instituten, in deren Kreditgeschäft Großkredite eine wesentliche Rolle spielen, schnell und sicher Kenntnis über wirtschaftliche Verflechtungen innerhalb der Kundschaft zu erhalten. Ob man hier vom Konzernbegriff des Aktienrechtes allein ausgehen soll oder beispielsweise kleinste Beteiligungen an einer Partenreederei miterfaßt, ist nicht entscheidend. Wichtig ist allein, daß man durch eine Leitzahl oder ein anderes Leitsymbol aus den Kundenspeichern alle Verbindungen des Kunden zu anderen Kreditengagements und alle Haftungsrisiken schnell evident machen kann. Praktisch eröffnet erst die EDV die Möglichkeit, mit vergleichsweise geringen Kosten ein echtes, d. h. zeitnahes Zentralobligo der Kundschaft zu führen. In den meisten Fällen kommt das „Zentralobligo" heute über den Status einer Kunden- und Kontenkartei, die in relativ großen Zeitabständen Angaben über Limit und Inanspruchnahme empfängt, nicht hinaus. Dies ist auch natürlich, da nur mit hohen Kosten oder mit einem dem Informationsbedürfnis nicht anpassungsfähigen Zeitaufwand bei allen Kunden Limite und Inanspruchnahmen täglich zentral auf dem neuesten Stand gehalten werden können. Wie bereits ausgeführt, könnte der für Kreditdispositionen noch sehr viel wichtigere rechnerische Stand der Sicherheiten in einer EDV fortgeschrieben werden. Turnusmäßig oder bei sonstigem Bedarf wären Überziehungslisten, Debitorenlisten (BiSta) und Größenklassierungslisten (Anlage zur Jahresbilanz) zu erstellen. Die keineswegs erschöpfende Behandlung der Forderungen, die aus dem kurzfristigen Kreditgeschäft an die EDV zu stellen sind, soll mit dem Hinweis beendet werden, daß sämtliche Kreditkonditionen mit eingegeben werden müssen. Neben dem Provisions- und etwaigen Spesensatz wäre bei Krediten in laufender Rechnung das Datum der Krediteinräumung und die Laufzeit einzugeben. Da Kredite mit fester Tilgung innerhalb von 4 Jahren im kurzfristigen Kreditgeschäft nicht die Norm darstellen, genügt es vielleicht, den bis auf weiteres gewährten Krediten hinsichtlich der Laufzeit die Kennziffer 0 zu geben. Die

Eingabe der Laufzeit soll die Voraussetzung für eine Liquiditätsschichtung schaffen, die weiter unten behandelt wird.

Darlehnskonten

Im langfristigen Kreditgeschäft tritt die Doppelfunktion des Kundenspeichers, sowohl der Kontoführung als auch der Statistik zu dienen, deutlich hervor. Um aus den langfristigen Ausleihungen, wie sie im Bilanzschema zusammengefaßt sind, mit der Gruppe der Ausleihungen gegen Grundpfandrechte zu beginnen: Einzugeben wären neben der Kontonummer als Konstanten Name und Adresse des Kreditnehmers, Art und Belegenheit des beliehenen Objekts, Ursprungsbetrag der Kapitalforderung, Zins- und Tilgungssatz, Annuität, Art der Sicherheit (Hypothek oder Grundschuld), Beleihungswert und -auslauf, Gesamtlaufzeit des Darlehens nach dem gesondert gefertigten Tilgungsplan und, soweit bestimmbar, die Art der Refinanzierung oder die Mittelherkunft; veränderlich und terminlich zur Führung des Leistungskontos die Sollstellung und laufend die Zahlungen des Schuldners. Das Mahnwesen ließe sich durch Herausdrucken der Konten mit Leistungsrückständen mit Durchschriften für Mahnung und Rückstandsüberwachung bedeutend vereinfachen. Bei der Sollstellung könnten umgekehrt Belege für die Leistungsanforderung mitgeschrieben werden. Außerplanmäßige Tilgungen könnten automatisch eine Verkürzung der voreingegebenen Konstante „Laufzeit" bewirken, so daß eine von der EDV vorzunehmende Fälligkeitsschichtung nach Restlaufzeiten aller Darlehen jederzeit Übersicht über die zu erwartenden planmäßigen Darlehnsrückflüsse in den künftigen Rechnungsperioden zuläßt.

Die Darlehen gegen Kommunaldeckung erfordern, allein schon aus ihrer Bonität heraus, keine besondere Behandlung. Anders verhält es sich mit den bei einigen Banken der Küstenländer anzutreffenden Darlehen gegen Schiffspfandrechte. Erfahrungsgemäß ist der Personalkreditcharakter bei diesen Ausleihungen sehr viel stärker, als die nominelle Sicherung des Kredites durch Schiffspfandrechte erwarten läßt. Dies hängt in erster Linie mit den vom Frachtenmarkt ausgelösten Ertragsschwankungen zusammen, denen das Beleihungsobjekt unterworfen ist. Hieraus folgt, daß ein starres Festhalten an dem ursprünglich eingegebenen, bei Schiffsneubauten an den Baupreis angelehnten Beleihungswert zu falschen Schlüssen über den derzeitigen „Verkehrswert" des Schiffes führen kann. Es erscheint deshalb nötig, in kürzeren Zeitabständen als sonst im Realkreditgeschäft den Stichtag-Beleihungswert einzugeben, möge er sich am Versicherungswert, an Taxen von Schiffahrtssachverständigen oder an anderen Werten orientieren. Sinn der Eingabe ist — dies gehört wiederum zum Thema Kreditüberwachung — häufiger als im übrigen Realkreditgeschäft den Deckungsgrad festzustellen. Wird ein Schiff aus der Fahrt genommen, so sollte diese Tatsache, auch wenn die Leistungen auf den Objektkredit noch erbracht werden, gespeichert oder zum Anlaß genommen werden, ein Bonitätsmerkmal einzugeben. Das zur Bildung von Bonitätsgruppen und Beleihungsgruppen (z. B. Alt- oder Neutonnage) bei den kurzfristigen Krediten Gesagte gilt für das Schiffskreditgeschäft sinngemäß.

Ähnlich problematisch ist der Dauerwert von Sicherheiten bei den „sonstigen langfristigen Ausleihungen", die vielfach Darlehen an Industrieunternehmungen zum Inhalt haben. Da auch hier im Gegensatz zu Darlehen auf landwirtschaftlichem und städtischem Grundbesitz nicht erwartet werden kann, daß das Beleihungsobjekt (Fabrikhallen, Maschinen und andere technische Vorrichtungen) in der Hand *jedes* Besitzers die zur Bedienung des Darlehens erforderlichen Erträge abwirft und daß der Realisationswert des Objektes jederzeit den Betrag des gewährten Darlehens übersteigt, sollten die einzugebenden Beleihungswerte häufiger nach Maßgabe der Schwankungen der Ertragskraft des Schuldners und der Verwertungsmöglichkeit der beliehenen Objekte neu zur Feststellung des Deckungsgrades eingegeben werden. Bisher löste die Frage, welcher Teil des Volumens im langfristigen Kreditgeschäft durch andere Sicherheiten als durch Grundpfandrechte gedeckt war, erhebliche statistische Arbeiten aus. Die dagegen von der EDV zu erwartende schnelle und variable Gruppenbildung dürfte es auch hierin zu einer wesentlichen Zeitersparnis bringen.

Führung des Deckungsregisters im Emissionsgeschäft

Kreditinstitute, die bei ihrem Emissionsgeschäft die Vorschriften des Gesetzes über Pfandbriefe und verwandte Schuldverschreibungen vom 21. 12. 1927 zu beachten haben, müßten das *Deckungsregister* durch die EVD führen lassen. Dazu wäre lediglich erforderlich, bei den zur Dekkung bestimmten Konten des lang- oder im Ausnahmefall kurzfristigen Kreditgeschäftes und bei den Konten der zur Ersatzdeckung bestimmten Vermögensposten ein Merkmal mit einzugeben, das diese Posten nach Ursprungsbetrag und Gegenwartsbetrag als zur Deckungsmasse gehörig ausweist. Gleichzeitig wäre durch entsprechende Programmierung dafür zu sorgen, daß die Zinserträge während der Dauer der Zugehörigkeit der Kapitalsalden zur Deckungsmasse als Zinserträge aus dem deckungspflichtigen Geschäft gesondert im Zinsenkonto gespeichert werden. Ein auf diese Weise geführter Deckungsnachweis, der zu jedem Stichtag innerhalb der Rechnungsperiode erbracht werden kann, weicht zwar heute noch von dem bisher üblichen und vom Gesetzgeber geforderten „Register" ab, doch ist auch hier eine Anpassung der gesetzlichen Formvorschriften an die in schnellem Wandel begriffene bankgeschäftliche Praxis zu erwarten, sofern der hinter fast jeder technischen Neuerung zu vermutende Unsicherheitsfaktor sich als irrelevant erwiesen hat. Das zum langfristigen Kreditgeschäft Ausgeführte gilt sinnngemäß für sämtliche Kredite, bei denen das Kreditinstitut keinerlei Risiko trägt, also in erster Linie für die durchlaufenden Kredite und Verwaltungskredite aller Art.

Keinerlei Schwierigkeiten dürfte es bereiten, zum Jahresschluß oder zu anderen Zeitpunkten mit der Kundschaft durch Einholung von Saldenbestätigungen eine Fernabstimmung vorzunehmen.

Vereinfachung der Depotbuchhaltung

Ein besonderer Nutzen ist zu erwarten, wenn auch die Depotbuchhaltung durch die EDV erledigt werden kann. Auch hier ist — ähnlich dem zur Führung des Deckungsregisters Gesagten — Voraussetzung, daß die strengen, vom Gesetzgeber erlassenen Ordnungsvorschriften für die nicht durch die Doppik gesicherte Depotbuchführung dem Fortschritt der Technik angepaßt werden. Es würde vielleicht ausreichen, Vorschriften über Art und Umfang der Daten, die in den für den Depotkunden bestimmten Speicher einzugeben sind, zu erlassen und Kontrollprogramme zur Überwachung dieser Vorschrift verbindlich vorzuschreiben. Wenn man davon ausgeht, daß Name und Kontonummer des Kunden, Effektenart, Kenn-Nummer, Nominalbeträge, Zinstermin, Stückenummern, Verwahrungsart und Lagerstelle der Effekten eingegeben werden müssen, ist die Führung des Personendepotbuches als Verwahrungsbuch, des Sachendepotbuches, des Lagerstellenbuches und des Nummernverzeichnisses nur eine Frage, nach welchem Ordnungsprinzip die Daten aus dem Speicher herauszuschreiben sind. Die rasche Erteilung von Depotauszügen an die Privat- und Bankierkundschaft und die Abstimmung mit den Lagerstellen bietet dann keine besonderen Probleme. Soweit Effektendepots zur Sicherung von Krediten bestellt sind oder herangezogen werden können, wären besondere Hinweise mit zu speichern. Zu den Zinsterminen wären von der EDV die Soll-Listen für die Zinsgutschriften herauszudrucken, bei eigenverwahrten Kundenwerten wäre eine Durchschrift dieser Liste die Unterlage für die Trennung der Zinsscheine im Bogentresor. Die Feststellung von Be-

zugsrechten und ihre Ausübung, die Kontrolle auf verloste Wertpapiere und andere Prüf- und Sortiervorgänge könnten wesentlich durch EDV vereinfacht und beschleunigt werden.

Bei der Betrachtung der Aufgaben für EDV im Rechnungswesen ist die Führung der debitorischen Personenkonten bewußt hervorgehoben worden, weil das Kreditgeschäft die größte Zahl der speicherungswerten Daten aus der Beziehung des Kunden zum Kreditinstitut stellen wird. Die Führung der Sachkonten und der Erfolgskonten durch die EDV dürfte auch weniger Schwierigkeiten bereiten als die Führung des Kontokorrents. Im übrigen wird die Speicherung der Daten im Rechnungswesen bei der folgenden Erörterung der Einsatzmöglichkeiten einer EDV in den Gebieten Disposition und Betriebsüberwachung wieder berührt.

Statistik leicht gemacht

Daß eine gute Statistik vielfach die Grundlage für die Dispositionen der Geschäftsführung und für die Überwachung des Betriebes bilden kann, dürfte außer Zweifel stehen.
Bei weiter Auslegung des Begriffes Statistik könnte man die Buchführung als eine vom Gesetzgeber vorgeschriebene Pflicht-Statistik über die geschäftliche Betätigung eines Kreditinstitutes auffassen. Im folgenden soll daher nur von solcher Statistik gesprochen werden, die sich nicht zwangsläufig aus dem Rechnungswesen ergibt oder mühelos ableiten läßt, sondern bei der die Daten gesondert in die EDV einzugeben wären. Dabei bleibt gemeinsames Merkmal aller Statistik im Bankbetrieb, daß die Zählung von Posten nur unter gewissen Voraussetzungen Gesetzmäßigkeiten und kausale Zusammenhänge im Bankgeschehen sichtbar werden läßt. Zu diesen Voraussetzungen gehören, daß die von der Statistik erfaßten Posten gleicher Art sind oder gleiche Merkmale tragen. In aller Regel bedürfen auch die so erfaßten Daten einer Verdichtung oder Bündelung, wenn sie Grundlage für eine Ermessensentscheidung sein sollen. Die Gliederungsmöglichkeiten oder Ordnungsprinzipien, nach denen Statistik im Bankbetrieb betrieben werden kann, in manchen Fällen auch betrieben werden muß, sind vielfältig. Gerade die große Zahl der Gesichtspunkte, nach denen Daten aus der EDV herausgeschrieben werden können, läßt eine EDV, die eine genügende Speicherfähigkeit besitzt, für Zwecke der Bankstatistik besonders geeignet erscheinen. Sie können wie folgt angedeutet werden:

1. Gliederung nach empfangenden Stellen
2. Gliederung nach sachbearbeitenden verantwortlichen Stellen/Abteilungen
3. Gliederung nach Rang der anordnenden Stellen
4. Gliederung nach Periodizität

Um die einzugebenden Daten zu beleuchten, einige praxisnahe Beispiele:

1. *Geschäftssparte* Langfristiges Geschäft
   Statistik von Darlehnsabteilung
   Periodizität halbjährlich
   Termin 31. 3.; 30. 9.
   Aufgabe Schichtung der langfristigen Ausleihungen nach
   a) Refinanzierungsquellen
   b) Art der Sicherheiten
   c) Beleihungsauslauf
   d) Wert der Sicherheiten
   e) Konditionen
   f) Art und Belegenheit der Beleihungsobjekte
   g) Laufzeiten
   h) Größenklassen
   i) Grundkrediten, sonstigen Realkrediten, Kommunaldarlehen, sonstigen.

Eine Kombination innerhalb der unter a) bis i) aufgeführten Gesichtspunkte oder Beschränkung auf einzelne Punkte ist ohne weiteres möglich, wenn nur die erforderlichen Grunddaten sich im Speicher für das Darlehnskonto befinden. Es müßte von der EDV gefordert werden, daß sie die Verdichtung des Zahlenmaterials, die Zusammenfassung der Posten mit gleichartigen Merkmalen bereits vor dem Ausdrucken vornimmt oder nach Bedarf vornimmt. Denkbar wäre auch, daß das statistische Ergebnis selbst sofort gespeichert wird und die EDV den sich aus einer Vielzahl von Stichtagmessungen ergebenden *Trend* selbst ermittelt (Beispiel: Zunehmende Verkürzung der Restlaufzeiten von Darlehen infolge Häufung der außerplanmäßigen Tilgungen). Auf die Auswertung der Statistik gehe ich im Abschnitt Disposition und Betriebsüberwachung näher ein.

2. *Geschäftssparte* Kurzfristiges Geschäft
   Statistik für Geschäftsleitung
   Statistik von Kreditabteilung
   Turnus quartalsweise
   Termin nach Bedarf
   Aufgaben
   a) Größengliederung
   b) Branchengliederung
   c) Konzernverbundenheit
   d) Bonitätsstufung
   e) Konditionen
   f) Umschlagshäufigkeit
   g) Art der Sicherheiten
   h) Überziehungen/Unterdeckungen
   i) wertberichtigte Kredite
   k) Konsortialkredite
   l) Großkredite, aufgeteilt nach Branchen
   m) Kredite nach §§ 9, 12 und 14 des KWG.

Die Gesichtspunkte zu a) bis m) können sämtlich bei der Eingabe durch Dezimalzahlen oder andere Kennzeichen berücksichtigt werden.

3. *Statistik für* Landeszentralbank
   Termin vorgeschrieben
   Aufgaben halbmonatliche Bankenstatistik
   dto., monatlich und Anlage A
   Mindestreservenmeldung
   Kredite nach §§ 9, 12, 14 KWG
   Devisenumsätze
   Devisenposition
   Meldung gem. Mitt. der BdL und der Deutschen Bundesbank.

Da im Rahmen dieser Ausführungen nicht jede Statistik im Bankbetrieb behandelt werden kann, seien in loser Reihenfolge noch häufiger anzutreffende Statistiken genannt, deren Programmierung in einer EDV ebenfalls keine besonderen Schwierigkeiten bereiten dürfte: Diskontwechseleinreicher-Obligo, Kunden-Bezogenen-Obligo, Pfandbriefumlauf und Deckungsstand, Bestände der Zinsscheineinlösungskonten, Debitorenliste für Loro-Auslandsbanken, Leistungsrückstände im langfristigen Geschäft und schließlich das gesamte Gebiet der Beschäftigungsstatistik. Auch eine Heranziehung der EDV für einen externen Betriebsvergleich ist denkbar.

Zinsspannen-, Kostenstellen-, Spartenrechnung

Eine besondere Betrachtung ist bei den Aufgaben für eine EDV auf den Gebieten Zinsspannenrechnung, Kostenstellenrechnung und Geschäftsspartenrechnung erforderlich. Alle drei Rechnungen gehören, von der Ermittlungsmethode her gesehen, zur Statistik. Ob und wieweit sie Grundlagen für die Steuerung des Bankgeschäftes bilden, wird im Abschnitt „Disposition" noch erörtert.

Beschleunigung der Zinsspannenrechnung

Die Zinsspannenrechnung erfordert heute im Bankbetrieb noch relativ viel Arbeitszeit und damit Kosten; das rechnerische Ergebnis ist regelmäßig nicht zeitnah genug und macht erst vergleichsweise spät Schwankungen der Zins-

spanne, die etwa ihre Ursache in einer Veränderung des Diskontsatzes haben, deutlich. Das Ergebnis enthält, insbesondere hinsichtlich der Bedarfsspanne, Schätzungen, die den Aussagewert der Rechnung beeinträchtigen. Aus der Fertigung der Zinsspannenrechnung durch eine EDV sind erhebliche Vorteile zu erwarten. Im Grunde handelt es sich bei der Ermittlung der Bruttozinsspanne darum, sämtliche Posten der Aktiv- und der Passivseite der Bilanz zinsmäßig zu schichten und Durchschnittszinssätze für die einzelnen Positionen der Zinsertragsbilanz zu gewinnen. Da die Zinssätze bei den Personen- und den Sachkonten grundsätzlich laufend in die EDV eingegeben werden sollten, bleiben nur wenige Bilanzposten übrig, bei denen der Zinssatz gesondert zu bestimmen und einzugeben wäre.

Das bisher Gesagte gilt für die Ermittlung der Bruttozinsspanne und dürfte eine Aufgabe für eine EDV sein, die sie ohne Schwierigkeiten lösen kann, da es sich um Rechenoperationen einfacher Art handelt. Schwieriger wird es sein, die Bedarfsspanne, das ist der Saldo zwischen ordentlichen Verwaltungsaufwendungen und -erträgen, ausgedrückt in % der Zinsertragsbilanzsumme, zu ermitteln. Zwar wäre es sicher möglich, die in der Periode angefallenen Aufwendungen am Erhebungsstichtag herauszuschreiben. Es fehlt dann aber, insbesondere bei den personellen Kosten, der mit Sicherheit in einem späteren Zeitpunkt der Periode anfallende, für die Zwecke der Zinsspannenrechnung auf die Gesamtperiode zu verteilende Aufwand. Es sei nur auf die tariflichen halben Gehälter und die ordentlichen Aufwandcharakter tragenden Zahlungen zu Weihnachten und zum Jahresabschluß hingewiesen. Auch bei den Abschreibungen und den gewinnunabhängigen Kostensteuern ist der ordentliche Verwaltungsaufwand schwerer zeitanteilig zu erfassen. Auf der Seite der Verwaltungseinnahmen wäre Voraussetzung, daß das bisher überwiegend als gemischtes Konto geführte Effektenkonto durch die EDV als reines Bestandskonto geführt werden könnte und sämtliche Erfolgsposten des Wertpapiergeschäfts sogleich bei Anfall in den betreffenden Konten-Speichern der EDV ihren Niederschlag finden würden. Es wäre schon ein großer Fortschritt, wenn wenigstens die Bruttozinsspanne durch eine EDV schnell und sicher ermittelt werden kann, da die der Bedarfsspanne zu Grunde liegenden Erfolgsposten ohnehin regelmäßig aus Gründen der kaufmännischen Vorsicht durch Schätzungen manipuliert werden und von dem Bedarfsspannen-Ist am Ende der Rechnungsperiode abweichen.

Die Kostenstellenrechnung wird billiger

Ein Stiefkind des Rechnungswesens im Bankbetrieb war bisher die Kostenstellenrechnung. Hier bietet sich der EDV eine weitere Aufgabe. Sie kann im folgenden nur angedeutet werden. — Die Bedeutung der Kostenstellenrechnung für den Bankbetrieb liegt darin, nach verursachungsgerechter Zuordnung der Geschäfts- und Verwaltungskosten eine Kontrolle der Kostenentwicklung bei den einzelnen Kostenstellen zu ermöglichen. Im übrigen ist sie notwendige Voraussetzung für die weiter unten behandelte Geschäftsspartenrechnung. Darüber hinaus dient die Kostenstellenrechnung in Verbindung mit der Postenstatistik als Grundlage für eine Kostenträgerstückrechnung, soweit die Stückrechnung in Einzelfällen für den Bankbetrieb einen Aussagewert hat.

Zunächst wären die Kostenarten festzulegen. Sie ergeben sich meistens schon aus einem genügend untergliederten Kontenplan für die Aufwandskonten. Der nächste Schritt ist die Bildung von Kostenstellen im Betrieb. Dabei hat sich die Dreiteilung des Betriebes in zentrale, Haupt- und Hilfskostenstellen bewährt.

Die Dreiteilung soll klarmachen, daß die in der ersten Gruppe genannten Stellen ohne Ausnahme für den Gesamtbetrieb tätig sind; in der zweiten Gruppe sind diejenigen Stellen zusammengefaßt, die das eigentliche Bankgeschäft mit der Kundschaft betreiben, und in der dritten Gruppe erscheinen die Stellen, die Hilfs- oder vorwiegend technische Dienste leisten.

Wichtig ist, daß bei der Grundbuchung von Aufwendungen das Stellenkennzeichen derjenigen Stelle, die den Aufwand verursacht oder der der Aufwand zuzurechnen ist, in die EDV mit eingegeben wird. Bei einer Reihe von Kostenarten ist dies ohne Schwierigkeiten klar zu erkennen; bei den restlichen Kostenarten, z. B. bei Kostensteuern wie Vermögensteuer, Gewerbekapitalsteuer, Portokosten, ist dies nur mit Hilfe von Schlüsseln möglich, die eine möglichst günstige Proportion zur Kostenverursachung aufweisen. Diese Schlüssel wären bei den nicht direkt zurechenbaren Kosten miteinzugeben. Daß zweckmäßig die Effektiv-Kosten einiger Kostenarten durch kalkulatorische Kosten ersetzt werden, sei am Rande bemerkt (z. B. Abschreibung auf Gebäude und Raumkosten durch kalkulatorische Mieten).

Der nächste Schritt wäre, Verteilungs-Schlüssel in die EDV einzugeben, nach denen die Kosten der zentralen und der Hilfskostenstellen auf die Hauptkostenstellen umgelegt werden. Da die durchschnittliche Beschäftigtenzahl je Kostenstelle in der EDV mit zu speichern wäre, könnten ohne großen Zeitaufwand herausgeschrieben werden

je Kostenstelle:	personelle Kosten
	sächliche Kosten
	Stellen-Gesamtkosten
	personelle Kosten je Kopf
	sächliche Kosten je Kopf
	Stellenkosten je Kopf
	sächliche Kosten in % der personellen Kosten.
je Hauptkostenstelle:	dasselbe; zusätzlich nach Verteilung der Gemeinkosten aus Gruppe 1 und Gruppe 3
	Gemeinkostenzuschlagsatz
	Gesamtkosten je Kopf.

Da unter den gesamten Geschäfts- und Verwaltungskosten des Bankbetriebes die personellen zur Zeit eindeutig überwiegen, wird die mit einer EVD betriebene Kostenstellenrechnung in erster Linie den für das Personalwesen zuständigen Kräften ein wertvolles Hilfsmittel für die Kostensteuerung sein. Es müßte mit einer von der EDV gefertigten Kostenstellenrechnung auch möglich sein, schneller als mit konventionellen Mitteln die Wechselwirkungen zwischen Arbeitsanfall — Personalstand — Altersaufbau — Leistung — Tarif und Kosten, um nur einige zu nennen, sichtbar zu machen.

Die Spartenrechnung als nächster Schritt

Wenn es gelingt, die EDV für Zwecke der Kostenstellenrechnung dienstbar zu machen, ist der Schritt zur Spartenrechnung nur noch gering. Beide Rechnungen haben als Ausgangsbasis eine Brutto-Gewinn- und Verlustrechnung, genauer gesagt, die Erträge und Aufwendungen sind ungekürzt während der Rechnungsperiode zu speichern. Es hat keinen Sinn, von Erträgen auszugehen, wie sie regelmäßig um Zuführungen zu Wertberichtigungen für das Kreditgeschäft gekürzt in der veröffentlichten Gewinn- und Verlustrechnung ausgewiesen werden. Andererseits sollten alle Zuführungen zu Wertberichtigungen oder Abschreibungen auf Forderungen als Aufwand des ordentlichen Geschäfts behandelt werden, da hier mit kalkulatorischen Sätzen, Pauschal- oder „Erfahrungs"-Sätzen zu arbeiten den echten Anteil der Sparte am Betriebsergebnis verfälschen würde.

Während die EDV in der Kostenstellenrechnung nur ordentliche Geschäfts- und Verwaltungskosten verursachungsgerecht den Kostenstellen zuzurechnen hatte, wird ihre Aufgabe in der Spartenrechnung dahin erweitert, daß sie aus der Vielzahl der Kostenstellen jeweils mehrere als zu

einer Geschäftssparte gehörend bündelt und den so gebildeten Sparten die noch nicht in der Kostenstellenrechnung verarbeiteten Aufwendungen, in erster Linie also Zinsen und Provisionen und die gesamten ordentlichen Erträge zurechnet.

Die ältere Literatur zu diesem Thema ging bei der Bildung der Geschäftssparten von der Dreiteilung Kreditgeschäft — Wertpapiergeschäft — Zahlungsverkehr aus. Neuerdings finden sich in der Literatur[3]) Hinweise, daß sich Zahl und Art der Geschäftssparten-Einteilung nach dem Betriebstyp zu richten hat. Die EDV müßte dieser Forderung entgegenkommen. Bei einem Kreditinstitut mit gemischtem Geschäft erscheint folgende Einteilung zum Beispiel zweckmäßig:

1. Kurzfristiges Geschäft
2. Langfristiges Geschäft
3. Wertpapiergeschäft
4. Auslandsgeschäft
5. Dienstleistungsgeschäft
6. Sondergeschäfte (z. B. Auftragsgeschäfte wie Hypotheken-Gewinnabgabe-Verwaltung).

Eine weitere Unterteilung innerhalb der oben genannten Sparten ist durchaus möglich, etwa die Aufteilung des langfristigen Geschäfts in Grundkredit-, Kommunalkredit- und Schiffskreditgeschäft. Auf die Zuordnung der Kostenstellen zu den einzelnen Sparten kann hier nicht eingegangen werden. Wichtig ist, daß die gedankliche Vorarbeit, die mit der Kostenstellenrechnung, der Spartenrechnung und insbesondere den Umlageschlüsseln verbunden ist, bereits geleistet ist, bevor mit der Grundbuchung der Erfolgsposten begonnen wird. Mit anderen Worten: Bereits bei der Grundbuchung müssen die Daten fixiert und eingegeben werden, die bei dem zu einem späteren, vom Tagesgeschehen völlig losgelösten Zeitpunkt für die Durchführung der Kostenstellenrechnung und Spartenrechnung nötig sind. Abschließend — aber nicht erschöpfend — sei schon auf einige Fragen hingewiesen, mit denen sich jedes Kreditinstitut, das eine Spartenrechnung betreiben will, vor der Eingabe der Daten in die EDV auseinandersetzen sollte. Es wird zu entscheiden sein, ob Einzelwertberichtigungen im Kreditgeschäft voll als Periodenerfolg in die Spartenrechnung zu übernehmen sind. Zunächst spricht meines Erachtens nichts dafür, den Bedarf an Einzelwertberichtigungen im Bankgeschäft als außerordentliches, unabwendbares Ereignis zu betrachten. Anders vielleicht, wenn die Wirtschaftslage ganzer Branchen zu einem Wertberichtigungsbedarf führt.

Veränderungen der Sammelwertberichtigungen sollten immer als Folge der Veränderungen des Geschäftsvolumens mit in die Spartenrechnung einbezogen werden. Das Gleiche gilt von Kursgewinnen und Kursverlusten im Wertpapiergeschäft, denn es hieße das Erfolgsbild der Sparte Wertpapiergeschäft verzerren, wenn man die Kursverluste, insbesondere die buchmäßigen, als Posten des außerordentlichen Geschäfts behandeln würde. Ein besonderes Problem bildete bisher in der Praxis die Erfassung der Wertstellungsgewinne, die regelmäßig, soweit sie dem Dienstleistungsgeschäft zuzurechnen wären, im Zinsertragssaldo untergingen. Es ist zu hoffen, daß die EDV hier interessante Möglichkeiten zur Erfassung der Wertstellungsgewinne eröffnet.

Neuartige Unterlagen für die Disposition

Faßt man unter dem Begriff Disposition alle Maßnahmen zur Steuerung des Bankgeschäftes zusammen, so wäre im folgenden zu prüfen, welche Forderungen in dieser Hinsicht an eine EDV zu stellen sind. Unter der Voraussetzung, daß die bisher behandelten Daten aus dem Rechnungswesen speicherbar sind, eröffnen sich Möglichkeiten, schneller als bisher die nötigen Unterlagen für Entscheidungen zu erhalten oder bisher auf Schätzungen fußende Entscheidungen durch Zahlenmaterial zu unterlegen.

Die Gesichtspunkte, unter denen Steuerungsmaßnahmen zusammengefaßt werden können, sind zahlreich. Man könnte nach Pflichtdispositionen, zu denen zum Beispiel die Mindestreservenhaltung im Rahmen der Liquidität zu rechnen ist, und freiwilligen Dispositionen unterscheiden. Man könnte auch den Dispositionszeitpunkt, den Turnus oder die Geschäftssparte zum Ordnungsprinzip innerhalb der Dispositionen erheben. Im Rahmen dieser Ausführungen ist diese Methodik von geringerer Bedeutung; es soll vielmehr nur gezeigt werden, daß die Speicherung großer Datenmengen in einer EDV nur dann sinnvoll ist, wenn die Auswertung der Daten Dispositionsgesichtspunkte liefert und den zu treffenden Entscheidungen eine Tatsachengrundlage gibt. Einige Beispiele aus den Gebieten Liquidität und Finanzlage, Rentabilität und Publizität mögen dies deutlich machen.

Die Passivseite der Bilanz ist Steuerungsmaßnahmen hinsichtlich der Liquidität nur in geringem Maße zugänglich. Immerhin könnte schneller als mit konventionellen Mitteln künftig durch eine EDV die liquiditäts- und zinsmäßige Schichtung der Passiven herausgeschrieben werden. Die Zinsspanne wird regelmäßig von dem Zinssatz für befristete Einlagen beeinflußt, der gegenüber Senkungen des Diskontsatzes eine mehr oder minder starke Remanenz aufweist. Durch Herausschreiben der befristeten Einlagen nach Zinsgruppen und Fälligkeit — selbstverständlich in verdichteten Zahlen — könnte man schneller als bisher eine Übersicht gewinnen, wie sich Diskontsenkungen im Zinssektor auswirken werden. Dasselbe gilt umgekehrt für die Auswirkungen von Diskonterhöhungen, soweit sie ein Steigen der Einlagezinsen nach sich ziehen.

Bei der Aufnahme von Darlehen im langfristigen Geschäft interessiert immer die Restlaufzeit der bereits vorhandenen Darlehen und ihre zinsmäßige Schichtung. Auch hier ist das Programm für die EDV einfach, die Aussage schnell geschehen und damit wertvoll für die zu treffende Entscheidung. Die tägliche Ermittlung des Mindestreservesolls dürfte keinerlei Schwierigkeiten bieten, sofern das Gros der mindestreservepflichtigen Einlagen gesondert gespeichert wird. Der Kreis der kompensationsfähigen Einlagen ist über die eingangs erwähnte Leitziffer, die für das gesamte Engagement eines Kunden gilt, erfaßbar; bei den zunächst auf Zwischenkonten verbuchten Posten wäre die Mindestreservepflicht bereits bei der Eingabe zu berücksichtigen. Der Vorteil, täglich das Mindestreservesoll festzustellen, kann in erster Linie darin gesehen werden, nicht mehr Mindestreserve zu unterhalten, als unbedingt erforderlich. Es handelt sich also auch um eine Rentabilitätsfrage.

Auf der Aktivseite der Bilanz sind Steuerungsmöglichkeiten, eine ausreichende Liquidität bei möglichst großem Zinsnutzen aus den liquiden Mitteln zu halten, vorhanden.

Programmiert werden könnten unter anderen folgende Fragen:

Wieviel liquide Mittel sind nach Abzug der Mindestreserve heute verfügbar?

Welche Geldanlage war bisher am zinsgünstigsten? (Schichtung nach Zinssatz und Laufzeit)

Welche terminliche Schichtung zeigen die Kreditzusagen? (Setzt Eingabe der Zusagen im kurz- und langfristigen Kreditgeschäft voraus.)

Wie ist der Trend im Geldmarkt? (Setzt tägliche Eingabe der Geldhandelssätze voraus.)

Mit Hilfe einer EDV müßte es auch möglich sein, neben der nominellen, konditionsmäßig gebundenen Liquiditätsschichtung der Aktiven, insbesondere im kurzfristigen Kreditgeschäft, eine materielle Liquiditätswertung vorzunehmen. Dazu wären im Einzelfall Liquiditätskennziffern

[3]) *Zimmerer*, Bankkostenrechnung, 1956; Kaminsky, Kosten- und Erfolgsrechnung der Kreditinstitute, 1955.

bei den Kundenkonten mit einzugeben, die bei besonderem Anlaß, etwa bei Auftreten von Konjunkturrisiken in einzelnen Branchen (Schiffahrt, Auslandskredite) zu verändern wären. Auf diese Art könnte schnell sowohl für die gesamten Kredite wie im Einzelfall die Veränderung des Liquiditätsrisikos sichtbar gemacht werden.

Zur längerfristigen Disposition und zur Finanzlage wäre zu fragen:

Wie groß ist der aktive oder passive Überhang im langfristigen Geschäft und wie kann er unter Berücksichtigung der Auszahlungsverpflichtungen am zinsgünstigsten arbeiten?

Wieviel planmäßige Tilgungen sind im Zeitraum X zu erwarten und zu leisten?

Welche zinsteuren Passivmittel sollten zuerst abgelöst werden und wann laufen sie planmäßig aus?

Zum Kreditgeschäft und zur Beobachtung der Risiken sind folgende Fragen an die EDV denkbar:

Welche Branchen zeigen eine Verschlechterung der Liquidität? (Einzugeben wären zuvor Kennzeichen zur materiellen Liquiditätswertung.)

Welche Kredite zeigen eine Verschlechterung der Bonität? (Einzugeben wären laufend Bonitätskennzeichen auf Grund von Kreditüberwachungsfeststellungen.)

Welche Kredite zeigen über- und unterdurchschnittliche Umsatzhäufigkeit? (Einzugeben wäre eine branchentypische oder die aus der Kreditverbindung erwartete Umschlagskennziffer.)

Welche Kredite sind rechnerisch nicht voll gedeckt oder überzogen?

Welchen Anteil haben die einzelnen Sicherungsarten rechnerisch an der Deckung im gesamten Kreditgeschäft?

Welche Kredite sind wertberichtigt und wie verteilen sie sich auf die einzelnen Branchen?
Welche Branchen zeigen Leistungsrückstände?

Für die Sofortdisposition im Einzelfall:

In welchen Sparten arbeitet der Kunde bereits mit uns? (Gesamtengagement mit wirtschaftlichen Verflechtungen, Deckungsübersicht und Bonitätseinstufung.)

Welche Mindest- und Höchstsätze werden zur Zeit bei Kreditnehmern der gleichen Branche erzielt?

Wie schon bei der Behandlung des Rechnungswesens angedeutet, müßte sich durch eine EDV auch eine gewisse Steuerung der Rentabilität des Kreditinstitutes mit Hilfe der Zinsspannenrechnung, der Kostenstellenrechnung und der Spartenrechnung ermöglichen lassen. Insbesondere die Steuerung der personellen Kosten durch häufige Beobachtung der Kostenstellen erscheint wünschenswert. In dieses Gebiet fällt auch die Beobachtung des Altersaufbaues des Gesamtbetriebes, der in einer Sparte oder Kostenstelle Tätigen, die Schichtung der Kräfte nach voreingegebenen Qualifikationsmerkmalen, Gehaltsklassen, Jahreseinkommen oder nach anderen Gesichtspunkten. Häufigere Messungen der Rentabilität einzelner Geschäftssparten würden Anhaltspunkte zur Intensivierung oder Abschwächung der geschäftlichen Bestrebungen der Kreditinstitute liefern. Besonders lehrreich ist die gewöhnlich zu spät erfolgende Kostenrechnung bei Auftragsgeschäften. Vielfach liegt mangels rechtzeitiger und exakter Erfassung der Gemeinkosten bei den beauftragten Instituten die vom Auftraggeber zugestandene oder angebotene Gebühr unter den tatsächlichen Kosten der Verwaltung und hat Zuschüsse aus anderen Geschäftssparten zur unerfreulichen Folge.

Im Mittelpunkt der Publizitätsvorschriften steht bei Kreditinstituten der zu veröffentlichende Jahresabschluß und der Geschäftsbericht. Es leuchtet ein, daß mit einer EDV hier sehr viel schneller und sicherer und damit auch kostensparend gearbeitet werden kann als mit den konventionellen Mitteln. Der Zeitaufwand für die Fertigung des Inventars und des Abschlusses selbst wird vermutlich sehr zusammenschrumpfen. Mit der Prüfung des Abschlusses durch interne und externe Stellen kann sehr viel früher als bisher begonnen werden. Während der Rechnungsperiode könnte ein Status oder sogar vollständiger Abschluß ohne großen Zeitaufwand erstellt werden. Dies erscheint auch im Hinblick auf Emissionsprospekte wichtig. Die für den Geschäftsbericht gewünschten Daten und Statistiken sollten ebenfalls ohne Schwierigkeiten herausgeschrieben werden können. Werbematerial für die Privat- und Bankierkundschaft und die Öffentlichkeit ließe sich sehr viel schneller herstellen, wenn die EDV die entsprechende Statistik jederzeit herauszudrucken in der Lage ist.

Betriebsüberwachung

Ein weiteres Aufgabengebiet, in dem die EDV mit Nutzen tätig sein sollte, ist das der Betriebsüberwachung. Es wäre verkehrt, von der EDV eine universelle Hilfestellung bei allen Aufgaben im Bankbetrieb zu erwarten. Immerhin erscheinen aber Überwachungsaufgaben, die Daten aus dem Rechnungswesen einschließlich Zinsspannenrechnung, Kostenstellenrechnung und Spartenrechnung zur Grundlage haben, programmierbar. Dabei ergeben sich für die Innenrevision eines Kreditinstitutes neue Gesichtspunkte. Sie wird die Ein- und Ausgabe von Daten scharf überwachen und die Programme vor Anwendung auf Richtigkeit kontrollieren müssen. Jedes Programm sollte von der Innenrevision testiert oder besser, erst nach Vervollständigung durch nur dieser Stelle zugänglicher Kennzeichen eingabefähig gemacht werden. Die Technik hätte sicherzustellen, daß Programme — gleich welcher Art — während des Ablaufs in der EDV nicht mehr beeinflußt werden können. Es wäre zweckmäßig, daß die gesamte Programmverwaltung der Innenrevision übertragen wird. Gewisse Prüfungsprogramme sollten dezentral eingegeben, ihr Ergebnis ebenso dezentral herausgeschrieben werden können, um die Periodizität der Überwachungshandlungen im Betriebe nicht in Erscheinung treten zu lassen.

Bei anderen Programmen sollte das Ergebnis nur der Geschäftsleitung bekanntgegeben werden.

Um aus der Prüfungstätigkeit einige Schwerpunkte herauszugreifen: Die Kreditüberwachung wäre bedeutend einfacher und wirksamer, wenn künftig aus der EDV wahlweise herausgeschrieben werden kann:

Gesamtengagement eines Kunden mit Wert der Sicherheiten, Bonitätsstufe und wirtschaftlichen Verflechtungen

Gesamtliste der wirtschaftlichen Verflechtungen innerhalb der Kundschaft

Branchen- und Größengliederung der Kredite

Überziehungen und Blankokredite

eingefrorene und wertberichtigte Kredite

Leistungsrückstände bei langfristigen Krediten, getrennt nach Tilgung und Zinsen u. a.

Das gesamte Mahnwesen ließe sich durch Herausschreiben neuer Leistungsanforderungen (in Höhe der Rückstände) bedeutend vereinfachen. Das Meldewesen, insbesondere die gesetzlich oder von Aufsichtsstellen vorgeschriebenen Meldungen, ließe sich leichter überwachen, da der Kreis der meldepflichtigen Salden und Umsätze programmiert werden kann. Insgesamt gesehen, waren bisher der Häufigkeit und dem Umfang einzelner Prüfungshandlungen im Bankbetrieb von der Kostenseite her enge Grenzen gesetzt. Die Schnelligkeit der Datenverarbeitung und die den Aussagewert erhöhende Verdichtung der ausgedruckten Daten läßt die EDV als neuartiges für die Betriebsüberwachung geeignetes Hilfsmittel der Innenrevision eines Kreditinstitutes erscheinen.

Apparate und Anlagen

Telefunken Digital-Rechenanlage TR 4

Telefunken kündigt eine neue Rechenanlage an. Die TR 4 ist voll transistoriert und enthält ein Parallelrechenwerk sehr hoher Rechengeschwindigkeit, zwei große Ferrit-Arbeitsspeicher und ein leistungsfähiges Befehlswerk, das weitgehende Parallelarbeit der verschiedenen Anlagenteile und die Ausnutzung einer hochentwickelten Programmierungstechnik gestattet.

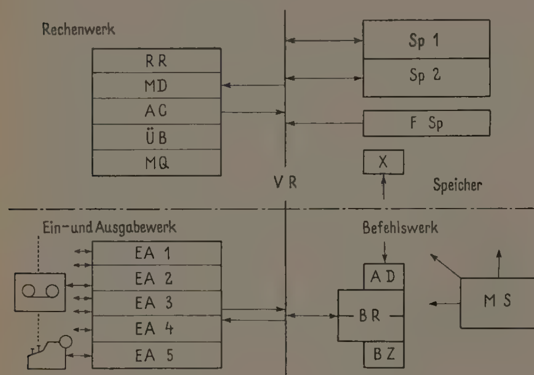


Bild 1. Register-Blockbild

Das Blockschaltbild (Bild 1) zeigt die wichtigsten Register des Rechners. Die vier Hauptteile sind über ein Verteilerregister VR miteinander verbunden. Das Rechenwerk besitzt neben den üblicherweise verwendeten Registern (Akkumulator AC, Multiplikandenregister MD und Multiplikator/Quotientenregister MQ) ein Übertragsregister ÜB und ein Reserveregister RR. — Außer den beiden Arbeitsspeichern, die unabhängig voneinander arbeiten können, ist ein Festspeicher eingebaut. Die Gesamtkapazität der Speicher beträgt 32768 Worte zu 52 bit.

Das Befehlswerk enthält ein Befehlsregister BR, einen Befehlszähler BZ, ein Adressenrechenwerk mit dem Addendenregister AD und einen gesonderten Indexspeicher mit 256 Adressen, der neben Adressenmodifikationen bzw. -substitutionen eine für den Benutzer bequeme Unterprogrammtechnik erlaubt. Die Organisation des Mikroprogramm-Steuerwerks MS ermöglicht es, zu den etwa 200 Befehlen gemäß den Erfahrungen und Bedürfnissen des Benutzers Sonderbefehle nachträglich hinzuzufügen. Man führt z. B. auf diese Weise mit einem einzigen Befehl dasselbe aus, was sonst ein Unterprogramm leisten würde, und gewinnt dabei erhebliche Rechenzeit. Die TR 4 kann hierdurch vielen Spezialzwecken besonders günstig angepaßt werden.

Das Ein- und Ausgabewerk besteht aus 5 Pufferregistern, die eine gewisse Eigensteuerung aufweisen, so daß in Verbindung mit einer zentralen Vorrangsteuerung die Parallelarbeit von bis zu 4 externen Geräten möglich ist, ohne daß ein laufendes Rechenprogramm unterbrochen zu werden braucht. An die Ausgangskanäle können Lochkarten-, Lochstreifengeräte, Drucker und Spezialgeräte (z. B. Digital-Analogwandler) angeschlossen werden. Um die hohe Funktionsgeschwindigkeit des Rechners ausnutzen zu können, empfiehlt sich besonders die Zusammenarbeit mit Magnetbandgeräten. *Telefunken* hat zu diesem Zweck eigene Geräte hoher Zeichenfrequenz entwickelt, die durch eine neuartige, handliche Spulenkassette gekennzeichnet sind.

Die Ein- und Ausgabe erfolgt in dezimaler und alphabetischer Form, ebenso die Kontrollausschriften der Überwachungsschreibmaschine, für die das Register EA 5 vorgesehen ist. Die Übersetzung in die Maschinensprache geschieht im allgemeinen durch im Festspeicher festgelegte Programme. Es steht dem Benutzer jedoch frei, eigene Programme hierfür zu verwenden. Entsprechendes gilt für Standardprogramme verschiedenster Art.

Die Zuverlässigkeit der Rechenanlage ist durch ausschließliche Benutzung von Halbleitern und weiteren sorgfältig geprüften Bauteilen gewährleistet. Darüber hinaus werden Datentransporte und Rechenoperationen automatisch überprüft. Auf den Magnetbändern wird ein fehlerkorrigierender Code verwendet.

Durch moderne Miniaturbauelemente und kompakte Bauweise ist es gelungen, den Hochleistungsrechner einschließlich Netzteil, Speicher und Raum für dessen Erweiterung in 3 Schränken zu je 1,60 m Höhe, 1,20 m Breite und 0,45 m Tiefe unterzubringen (Bild 2). Durch seinen geringen Stromverbrauch kann auf besondere Kühlanlagen verzichtet werden.

Technische Daten

Allgemeines:

Binär arbeitende Parallelmaschine mit Halbleiter-Schaltkreisen; Taktfrequenz 2 MHz, Leistungsbedarf ca. 1,5 kW; Mikroprogramm-Steuerwerk mit auswechselbaren Einschubeinheiten für die Befehle; Automatische Rechenkontrolle und Transportüberwachung.

Zahlendarstellung:

Intern rein binär: 48 bit
Festes Komma: 13 Dezimalen im Bereich $|x| < 1$
Gleitendes Komma: 11 Dezimalen Mantisse
Zahlenbereich $10^{\pm 38}$
Alphanumerische Zeichen: 8×6 bit
Einadreßbefehl: 24 bit (Halbwort).

Speicher:

2 Ferritspeicher für je 4096 Worte zu 52 bit; erweiterbar auf insgesamt 28672 Worte;
Zykluszeit 6 µs;
Festspeicher mit 1024 Worten, erweiterbar auf insgesamt 4096 Worte;
Ferritspeicher für 256 Kurzworte (Indexspeicher); Magnetbandgeräte als Großraumspeicher wie bei Ein- und Ausgabe.

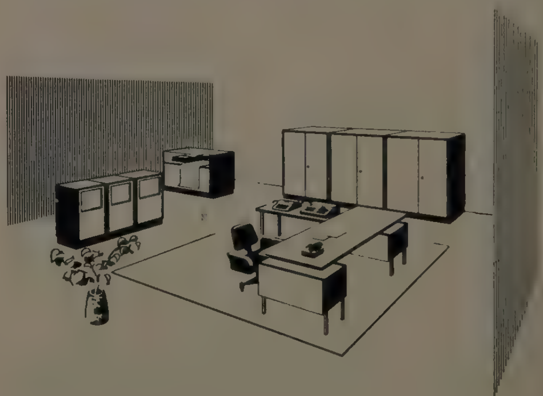


Bild 2. Rechenanlage TR 4

Rechenzeiten (ohne Zugriff im Mittel):

	Festes Komma	Gleitendes Komma
Addition	4,5 μs	20 μs
Multiplikation	30 μs	30 μs

Ein- und Ausgabe:

a) Am Rechner angeschlossen (z.T. im Parallelbetrieb) vornehmlich Magnetbandgeräte 7500 Z/s und 37500 Z/s, ferner Lochstreifen- und Lochkartengeräte; 1 Überwachungsschreibmaschine am Kontrollpult.

b) Prüfen, Doppeln und Mischen von Magnetbändern, auch Beschriften und Ausdrucken (10 Z/s) mit Bandmischplatz.

c) Ausdrucken der Magnetbänder mit alphanumerischem Zeilenschnelldrucker (auch direkt am Rechner).

d) Magnetband-Wandler für Lochkarten und Lochstreifen.

TR 4 zählt zu den leistungsfähigsten Rechnern, die heute bekannt sind; er dürfte in der Lage sein, die in den letzten Jahren stetig wachsenden digitalen Aufgaben zu bewältigen, die in absehbarer Zukunft zur Lösung anstehen.

Neue Datenverarbeitungsanlage der ICT

Die Type 1202 der ICT (*International Computers and Tabulators GmbH, Düsseldorf*) ist eine für europäische Größenordnungen gebaute elektronische Rechenanlage, bestehend aus:

Steuerpult
Zentraler Recheneinheit
Magnettrommelspeicher
Kartenleser / Zeilendrucker
Kartenstanzer.

Als Eingabe dienen 80stellige Lochkarten, als Ausgabe ein Zeilendrucker mit 100 alphanumerischen Schreibrädern und ein Kartenstanzer.

Die Anlage arbeitet intern rein binär, die Wortlänge beträgt 40 bit (12—13 Dezimalziffern) und die Taktfrequenz 40 kHz.

Besonders bemerkenswert ist die Möglichkeit, sämtliche Zahlensysteme direkt und automatisch in Binärzahlen zu verwandeln, d. h., dezimale, duodezimale und andere, z. B. Zeitsysteme (Stunden/Minuten) werden während des Einlesens in Dualzahlen konvertiert.

Selbstverständlich werden auch binäre Angaben aus den Lochkarten direkt eingelesen oder in Matriz- und Vortragskarten gestanzt. Dabei nimmt jede Lochkarte außer den alphanumerischen Schlüsselbegriffen noch 12 Worte zu 40 bit auf. Diese Methode erweitert das Fassungsvermögen einer 80stelligen Lochkarte auf ca. 144 Dezimalziffern plus Schlüsselbegriffen und Steuerungen. Jedes dieser 40-bit-Worte kann geteilt werden, so daß auf einer Lochkarte z. B. 48 Materialpositionen zu 3 Dezimalziffern oder Verkäufe und Dispositionen für 12 Monate mit einer Kapazität von je 6 Dezimalziffern gespeichert und fortgeschrieben werden können.

Das Programm wird über Lochkarten eingegeben, die dezimal (1 Instruktion je Karte) oder binär (12 Instruktionen je Karte) gelocht sein können. Die eingelesenen Instruktionen werden in der angegebenen Position der Magnettrommel gespeichert.

Jede Instruktion enthält:

Operanden-Adresse Befehl Modifikation
** ** ** ** **

nächste Adresse Steuerung
** ** ** ***

Die Befehlsmodifikation erfolgt durch Einsetzen von einem oder mehreren bit und stellt für die Programmierung der Type 1202 eine bedeutende Vereinfachung dar. So gibt es z. B. für alle Arten von Addition nur den Befehl „Löschen-Block-Addition". Daraus leiten sich — vorbestimmt oder durch Registerkondition — ab:

Löschen—Addieren
Nicht-Löschen—Addieren
Löschen—Blockaddieren 2, 3, ... oder 16 Worte
Nicht-Löschen—Blockaddieren 2, 3, ... oder 16 Worte

Die Modifikation von Befehlen kann auch in Abhängigkeit von Konditionen in den Registern erfolgen, wobei jeweils ein oder mehrere bit dem Befehl hinzugefügt oder weggenommen werden. Es erübrigt sich dadurch die Umrechnung von Befehlen.

Als Hauptspeicher für den Rechner dient eine Magnettrommel mit 4096 Worten und 3000 Umdrehungen/min. Die 4096 Worte sind in 16 Gruppen zu 16 Bahnen angeordnet und auf jeder Bahn 16 Worte untergebracht. Die Zugriffszeit für ein Wort beträgt 1,25 ms. Da die 40 bit in Serie abgelesen werden, ist die Übertragung beendet, sobald das 40. bit unter dem Lese-Schreibkopf liegt. Die maximale Lesezeit für 1 Bahn beträgt 20 ms (z. B. für eine Blockaddition von 16 Worten), die mittlere Zugriffszeit 10 ms.

Die Trommel besitzt 256 Lese-/Schreibköpfe, die versetzt angeordnet sind, zeitlich jedoch synchron arbeiten. Für die Eingabe stehen beliebige Bahnadressen zur Verfügung, als Ausgabespeicher dienen 2 unabhängige Bahnen, von denen die eine an Drucker oder Stanzer abgibt, während die andere von der Recheneinheit geladen wird. Beide Bahnen wechseln sich bei jedem Ausgabetakt ab und arbeiten unabhängig vom Gesamtsystem, können aber gleichfalls speichern, wenn keine Ausgabe erfolgt.

Die zentrale Recheneinheit besitzt:

4 Mehrzweckregister, 2 Akkumulatoren und 1 Komplementer. Sie dienen logischen und arithmetischen Operationen, der Befehls- und Adressmodifikation und der Schnellspeicherung.

1 Steuerregister für Übertragen, Umwandeln, Versetzen, Anordnen von Worten oder bit.

1 Befehlsregister, das jeweils die nächste Instruktion aufnimmt und die Ausführung veranlaßt,

1 Konditionsregister für logische Entscheidungen und laufende Kontrollen.

Neben der Befehlsmodifikation und der verdoppelten Kartenkapazität (durch Binärcode) erweist sich auch die Addition in einem zweiten Register als außerordentlich wertvolle Ausstattung dieser, den hiesigen Lohnkosten entsprechenden Rechenanlage. Bemerkenswert ist übrigens der praktisch erprobte Einsatz dieser Anlage für Produktionsplanung und -überwachung in der Fertigung elektrotechnischer Artikel.

Technische Daten

Digitale Datenverarbeitungsanlage mit Serienrechenwerk, bestehend aus:

Steuerpult
Recheneinheit
Magnettrommelspeicher
Zeilendrucker
Kartenstanzer.

Zahlendarstellung: rein binär

Wortlänge: 40 Dualziffern (12—13 Dezimalziffern)

Eingabeleistung/h: 6000 80stellige Lochkarten

Ausgabeleistung/h: 6000 Zeilen zu 100 Schreibstellen (8 Zeichen/Zoll)
6000 80stellige Lochkarten



Elektronische Rechenanlage der *International Computers and Tabulators,* GmbH.

Ein-/Ausgabesysteme: Alphabetisch, Dezimal, Binär, Duodezimal, Stunden/Minuten

Alphaspeicherung: bis zu 64 Stellen

Adressensystem: Zweiadressmaschine (Operand plus nächste Adresse)

Programm: halbanalytisch, intern gespeichert

Programmschritte: keine Beschränkung

Programmbefehle: 32 plus Befehlsmodifikation

Recheneinheit:
Serienwerk für binäre Zahlenverarbeitung
4 Mehrzweckregister für: Arithmetische und logische Operationen, Befehls- und Adressmodifikation, Schnellspeicherung, 1 Steuerregister, 1 Befehlsregister, 1 Konditionsregister

Steuerpult:
Für Darstellung des Inhalts der Register, Überwachung und Steuerung des Programmablaufs sowie die technische Kontrolle der Gesamtanlage.

Hauptspeicher:
Magnettrommel mit 4096 Worten, 3000 U/min, mittlere Zugriffszeit 10 ms. Die Übertragung erfolgt in Blocklängen von 1 bis 16 Worten.

Mittlere Operationszeiten:
Übertrag 1,25 ms, Addition, Subtraktion, Vergleich 2,5 ms einschl. Zugriff, Multiplikation 12,5 ms, Division 20,0 ms.

Anschlußwert: 415 V, 3 Phasen, 14 kW.

Preis: nach Ausstattung ca. DM 600 000,—, monatl. Miete DM 12 000,- — 14 000,-.

E. Cavagna

Transistorierter Magnettrommelspeicher

Die *Siemens & Halske AG*, München, hat im Rahmen ihres Gebietes „Nachrichtenverarbeitung" einen Magnettrommelspeicher entwickelt, der im Siemens-Digitalrechner 2002 speziell als Zubringerspeicher verwendet wird. Die Speicherkapazität dieses Trommelspeichers beträgt 10 000 Worte zu je 13 dezimalen Stellen oder 52 bit. Jedes Wort ist einzeln adressierbar.

Über die 160 Informationsspuren hinaus sind einige Reservespuren sowie zwei Steuerspuren vorhanden. Eine der beiden Steuerspuren ist mit einer 200 kHz Sinusspannung beschrieben; aus ihr wird der Grundtakt sowohl für den Trommelspeicher als auch für die anderen Einheiten des Digitalrechners hergeleitet. Die Trommel weist eine Schreibdichte von 36 bit je Zentimeter Spurlänge auf bei einem Abstand der Magnetköpfe zur Magnetschicht von rund 40 μ.

Die mittlere Zugriffszeit des Trommelspeichers beträgt 19 ms einschließlich der Spurauswahl. Der vertikal angeordnete Trommelzylinder ist zusammen mit dem Antriebsaggregat, der Stromversorgung, den Schreib- und Leseverstärkern, der Takterzeugung und den Ansteuerschaltungen in einem gemeinsamen Schrank untergebracht.

Als verstärkende Elemente in den Lese- und Schreibverstärkern und in der Ansteuerung werden Transistoren verwendet. Der Aufbau dieser Schaltungen erfolgt in Flachbaugruppen in geätzter Technik mit tauchgelöteten Verbindungen.
Eine automatische Vollständigkeitskontrolle überwacht den Informationsfluß.



Buchbesprechungen

Anwendung elektrischer Rechenanlagen in der Starkstromtechnik. Herausgegeben vom Wissenschaftlichen Ausschuß des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE). Nach Vorträgen einer VDE-Fachtagung in Stuttgart vom 12. bis 14. November 1957. VDE-Verlag, Berlin 1958. VDE-Buchreihe, Band 3, 336 Seiten, 206 Bilder, Preis geb. 32,— DM.

Einerseits treten in der Starkstromtechnik, vor allem im Elektromaschinenbau, mathematische Probleme auf, die sich nur mit großem Aufwand lösen lassen. Auf der anderen Seite hat sich die Rechenmaschinentechnik nun auch in Deutschland zu einer beachtenswerten Höhe entwickelt. So war es vom Wissenschaftlichen Ausschuß des VDE ein sehr glücklicher Gedanke, Fachleute beider Richtungen zu einer gemeinsamen Tagung einzuladen. Wie die Vorträge zeigten, macht man sich die Vorteile neuzeitlicher Rechenanlagen zumindest in der Großindustrie, aus der die Mehrzahl der Vortragenden kam, bereits in hohem Maß zunutze. Diese Vorträge liegen nun einschließlich der Diskussionen gedruckt vor. Etwa ein Drittel der Beiträge ist — immer im Hinblick auf die Starkstromtechnik — der Anwendung von Rechenmaschinen gewidmet. Von den verschiedenen Gesichtspunkten her sind die beiden großen Hauptgruppen, Digital- und Analogrechner, in ihren Grundzügen beschrieben. Der Leser erhält so einen lebendigen Einblick in die Möglichkeiten, die diese Maschinen bieten. In den übrigen Beiträgen werden Probleme aus der Starkstromtechnik behandelt, die man bisher mit solchen Maschinen gelöst hat. Dabei sind in gleicher Weise die elektrotechnischen Ergebnisse wie auch die prinzipiellen Einsatzmöglichkeiten von Rechenanlagen interessant. Alle, die in der Starkstromtechnik an rechnerisch umfangreichen Aufgaben arbeiten, finden in diesem Buch viele und nützliche Anregungen.

R. Herschel

B. Ja. Kogan, Elektronische Analogrechenmaschinen und ihre Anwendung bei der Untersuchung von Regelsystemen. Fismatgis. Moskau 1959, 492 S. (Russ.)

Bisher war aus der sowjetischen Zeitschriftenliteratur bekannt, daß in der Sowjetunion eine Reihe von verschiedenen Analogrechenmaschinentypen in Betrieb sind. In dem vorliegenden Buch wird nun von Kogan, der seit langem die Entwicklung von Analogrechenmaschinen im Institut für Automatik und Telemechanik der Akademie der Wissenschaften in Moskau maßgeblich geleitet hat, ein umfassender Überblick über den Stand der Analogrechentechnik in der Sowjetunion gegeben. In dem umfangreichen Abschnitt 1 (300 S.) wird ausführlich beschrieben, wie eine solche Maschine technisch aufgebaut ist. Angefangen von einfachen Rechenverstärkern mit all ihren Problemen der Nullpunktsstabilisierung und Fehlerquellen, den Diodenfunktionsgebern, Multiplikatoren und Zusatzgeräten, der Organisation einer Anlage, der Zusammenschaltung usw., wird die Technik eingehend behandelt. In Abschnitt 2 wird dann auf die Anwendung bei regelungstechnischen Problemen eingegangen. Es werden viele Beispiele angeführt, wie die Rechenschaltungen bei linearen und vor allem nichtlinearen Regelproblemen aufzubauen sind. Der Anhang enthält eine ausführliche Übersicht, wie sich durch geeignete Eingangs- und Rückführungsimpedanzen mit einem einzelnen Rechenverstärker auch komplizierte Übergangsfunktionen realisieren lassen. Schließlich bildet eine Zusammenstellung der verschiedenen sowjetischen und ausländischen Maschinen mit ihren jeweiligen charakteristischen Daten den Schluß des Buches. Diese Übersicht ist deswegen besonders interessant, weil sie die verschiedene Auffassung in der Gestaltung einer Analogrechenmaschine in der Sowjetunion und der westlichen Welt widerspiegelt. Was die Präzision und die Leistungsfähigkeit anbelangt, so dürften die sowjetischen Maschinen den anderen durchaus gleichwertig sein (der Rezensent hatte Gelegenheit, verschiedene sowjetische Maschinen zu testen). Während aber bei amerikanischen und westeuropäischen Geräten großer Wert auf Komfort, Aussehen und einfache

---

Lesen wir also weiter?

Mit Schrecken vernimmt es der Nachrichtenverarbeiter: etwa 13 Millionen Seiten wissenschaftlicher Originalarbeiten werden zur Zeit jährlich in die Welt gesetzt. Sie erscheinen nicht nur in 40 Sprachen, sondern zu allem Überfluß auch noch in kyrillischer, griechischer, lateinischer, japanischer, chinesischer und arabischer Schrift. Die Zahl der wissenschaftlichen Zeitschriften läßt sich nur oberflächlich schätzen; sie liegt zwischen 20000 und 30000 und ist natürlich genauso im Steigen begriffen wie die übrigen Produktionen des Menschengeistes, die sich bekanntermaßen nach dem Gesetz des biologischen Wachstums vermehren.

Nun hat es zwar seit der Erfindung der Schnellpresse nicht an braven Leuten gefehlt, die mit dem Anwachsen der Druckerzeugnisse eine Abnahme der Gelehrsamkeit einhergehen sahen — eine Abnahme an Tiefe, versteht sich, und das mag ziemlich wahr sein. Aber brave Leute haben kaum je etwas zu sagen gehabt, und so entwickelte sich die Geschichte weiter. Eine Bibliothek, die im Jahre 1860 über zwanzigtausend Bände verfügte, zählte 1876 deren vierzigtausend, besaß 1892 über achtzigtausend und wieder 16 Jahre später 160000 Bände. Derartige Bibliotheken müßten heute (das Bildungsgesetz der Reihe liegt auf der Hand) etwa 2,5 Millionen Bände aufgestapelt haben, und siehe: es gibt eine ganze Reihe solcher Bibliotheken.

Hiernach ist das Ende — ohne daß man für die Rechnung eine elektronische Maschine heranziehen müßte — leicht abzulesen. Spätestens in 400 Jahren wird sich in unserem Sprachgebiet nämlich keine einzige Zeile mehr drucken lassen, die dann nicht schon gedruckt vorliegt. Das heißt, die Anzahl aller überhaupt denkbaren Literaturerzeugnisse wird in einer Zeitspanne, die nicht größer ist als die von Adam Rieses Rechenbuch bis zu uns, erschöpft sein. Allerdings: man müßte bereits geraume Zeit vorher mit der Herstellung von Büchern und Zeitschriften aufhören, weil die Menschheit dann bis auf den letzten Mann und pausenlos mit der Errichtung von Bibliotheksgebäuden beschäftigt wäre. Gar nicht erst zu reden von dem, was sonst noch dazwischenkommen könnte.

Warum empfinden wir derartige Spekulationen als Spaß? Weil wir zutiefst (und aus rein empirischen Gründen) überzeugt sind, daß die Entwicklungskurven in dieser Welt nach einer gewissen Anstiegszeit langsam in die Horizontale abbiegen und in eine Art Sättigungsgebiet einlaufen — „wie Röhrenkennlinien", sagte kürzlich jemand, der viel darüber nachdenkt. Und auch das mag ziemlich wahr sein.

Wenn dem so ist, fragt man sich unwillkürlich, an welcher Stelle der Entwicklungskurve stehen wir dann heute? Ist nicht, zumindest was die Verarbeitung der produzierten

Bedienbarkeit gelegt wird, scheint in der Sowjetunion der Trend dahin zu gehen, einen Analogrechner als Laborgerät aufzufassen, dessen Aussehen und Bedienung allein von Zweckmäßigkeitsgründen bestimmt wird. Die Beschränkung der Anwendung auf regelungstechnische Probleme ist vielleicht insofern ein Mangel, als auf viele andere Verfahren der Analogrechentechnik in diesem Buch nicht eingegangen wird. Da aber die Regelungstechnik ein durchaus repräsentatives Anwendungsgebiet von Analogrechenmaschinen darstellt, sind die angeführten Verfahren typisch und auf andere Probleme leicht zu übertragen. Alles in allem liegt hiermit ein sehr bemerkenswertes, klares und gründliches Buch vor. Es ist eigentlich bedauerlich, daß sich die deutschen Interessenten über Analogrechentechnik immer noch nur aus fremdsprachigen Büchern informieren können.

R. Herschel

E. M. Grabbe, S. Ramo, D. E. Wooldridge: Handbook of Automation, Computation and Control. Band 1, 1020 S., 379 Bilder, Format 16 × 24 cm, Verlag J. Wiley and Sons, Inc., New York 1958, Preis ca. 72,— DM, Leinen.

Das Unternehmen, das die drei bekannten Techniker der Ramo-Wooldridge-Corporation mit der Herausgabe des ersten Bandes eines dreibändigen Handbuches gestartet haben, ist in verschiedener Hinsicht sehr bemerkenswert, selbst wenn man die Form eines solchen Handbuches nicht als die publizistisch günstigste Art der Information ansieht.

Was heute unter ,,Automatisierung" läuft, ist ein außerordentlich weites Gebiet, in dem noch sehr nebeneinander die verschiedenen zeitlichen Phasen der Entwicklung stehen, nämlich wie sie als einfache Regelung in der Krafterzeugung zuerst auftrat, dann bei den Steuerungssystemen im heute schon klassischen Sinne und in der neuesten Form, wie sie durch die Nachrichtenverarbeitung bestimmt ist. Doch mit steigender Komplexheit der Systeme und mit steigender Arbeitsgeschwindigkeit tritt die Forderung nach einem integrierten Systementwurf mehr und mehr in den Vordergrund. Solch ein Entwurf erfaßt dann aber viele wissenschaftliche und technische Einzelgebiete, die oft erst wenige Jahre alt und z. T. sehr schnell gewachsen sind und daher in der Literatur oft an sehr verschiedenen Stellen ihren Niederschlag gefunden haben. Steuerungs- und Regelungstechnik, Analog-Rechner, Digital-Rechner, Nachrichtenverarbeitungs-Systeme wie neue mathematische Mittel für die Behandlung großer Systeme treten hier in das Blickfeld des Ingenieurs, der vor solchen komplexen Aufgaben steht und es daher nicht ganz leicht hat, seine Kenntnisse auf den erforderlichen Stand zu bringen. Hier dem Ingenieur zu helfen, ist das Ziel dieses Werkes.

Der vorliegende Band 1, ,,Control Fundamentals" genannt, behandelt in den ersten 13 Kapiteln verschiedene Gebiete der allgemeinen Mathematik, von der Mengenlehre, algebraischen, Differenzen-, Differential-, Integral-Gleichungen über Integral-Operatoren bis zur Booleschen Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Ein weiteres umfangreiches Kapitel ist dann der numerischen Analysis gewidmet. Kennzeichnend für das weitgesteckte Ziel des Buches ist die auf 124 Seiten gelungene Darstellung des weiten Gebiets des ,,Operations Research", das die mathematischen Modelle der Management-Aufgaben, die Verkehrstheorie und die Wettbewerbsprobleme umfaßt. Die folgenden Kapitel sind dann der Informationstheorie, der Wienerschen Theorie der Interpolation und Extrapolation und der Datenübertragung gewidmet.

Der Regelungstheorie ist schließlich fast gänzlich die zweite Hälfte des Buches vorbehalten. Obwohl es gerade auf diesem Gebiet schon viele ausgezeichnete amerikanische Bücher gibt, wird man diese inhaltsreiche Darstellung wegen ihrer gedrängten Form doch sehr begrüßen.

Die gedrängte Art der Darstellung wird man überhaupt an dem ganzen Buch als sehr wohltuend empfinden. Vorausgesetzt wird eine gute mathematische Grundausbildung. Die Aufgabenstellung ist am Anfang jedes Kapitels in knappster Form formuliert, für weitere Information ist dann jedes Kapitel mit einer guten Literaturzusammenstellung abgeschlossen.

H. Kaufmann

Literatur angeht, längst eine spürbare Sättigung eingetreten? Wäre vielleicht irgendein Gehirn in der Lage, all dies aufzunehmen, selbst wenn es, was ohnehin unmöglich ist, Zeit dazu fände? Die Antwort ist ein glattes Nein. Nun wird natürlich von keinem lesenden Gehirn verlangt, daß es alle gedruckten Nachrichten verarbeitet. Der Normalmensch zieht sich hier (wie auch in anderer Hinsicht) vorsichtshalber auf sein engeres Fachgebiet zurück und begnügt sich mit dem unumgänglich Notwendigen an Lesestoff.

Was aber widerfährt dem Leser dieser Zeilen, wenn er sich auf sein engeres Fachgebiet zurückzieht? Er stößt genau auf das Dilemma, vor dem die anderen die Augen schließen. Er ist der einzige, dem nicht nur die Verarbeitung von Nachrichten, sondern obendrein die Verarbeitung der Nachrichtenverarbeitung auferlegt ist, und ihn berührt es also mehr als alle anderen, daß die Bibliotheken eines schönen Tages platzen könnten: es ist sein Ressort.

Worum geht es?

Es geht um die Reduktion des Überflüssigen. Morgenstern ließ seinen Herrn Korf zu diesem Behufe eine Brille erfinden, ,,deren Energieen ihm den Text zusammenziehen" — ein geradezu verblüffender Vorgriff, wenn man bedenkt, daß es dazumal noch keine Informationstheorie gab und die Bibliotheken im Vergleich zu unserer Zeit doch recht bescheiden waren. Nur wird die Korfsche Reduktionsbrille sicherlich nicht von der optischen Industrie geliefert werden können, soviel wissen wir. Auch Lesemaschinen, die es immerhin schon gibt, richten hier nichts aus. Aber irgend etwas in der von Herrn Korf angezeigten Richtung wird geschehen müssen. Nicht weil wir (wie seinerzeit der Brillenkonstrukteur) ,,gerne schnell und viel" lesen möchten, *sondern weil wir lesen müssen*, um nicht ins Hintertreffen zu geraten.

Oder muß der Leser sich etwa nicht benachteiligt fühlen, wenn er z. B. die Geschichte von dem ,,Business-Gesellschaftsspiel" nicht kennt? Sie war zu lesen in der Zeitschrift ,,Fortune": in einem zu diesem Zweck mit einer elektronischen Rechenanlage ausgerüsteten Institut setzen sich Wirtschaftsexperten aller Gattungen zusammen, bilden fünf Gruppen und simulieren derart fünf Erzeugerfirmen eines bestimmten Produktes, dessen Marktlage und Preis zuvor vereinbart werden. Jede dieser Gruppen trifft nun für sich ihre Entscheidungen hinsichtlich Preisgestaltung, Produktionsplanung und dergleichen (jeweils für ein Quartal) — und die Maschine verarbeitet die Informationen der fünf ,,Gesellschaften" zu einem Marktbild, aus dem sich leicht ersehen läßt, was der einzelne mit seinen Manipulationen angerichtet hat. Ein Spiel, so scheint es, mit bedeutungsvollem Hintergrund. Und demnach eine Geschichte, die man hätte lesen sollen — trotz der beängstigend wachsenden Fülle auf den Schreibtischen. Dürfen wir uns erlauben, ins Hintertreffen zu geraten? Na bitte!

Lesen wir also weiter!

D. Kroneberg

DIE BEITRÄGE DIESES HEFTES WURDEN GESCHRIEBEN VON



Dr.-Ing. *Hans-Joachim Dreyer* (45). Bis 1939 Studium an der TH Darmstadt. Promotion 1950. Bis 1956 am Institut für Praktische Mathematik (Prof. Walther) Wissenschaftlicher Assistent und Oberingenieur. Seit 1956 Laborleiter im Informatikwerk der Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart-Zuffenhausen. Seit 1953 Lehrauftrag über Mathematische Maschinen und Instrumente an der TH Darmstadt; seit 1954 Mitglied des NTG-Fachausschusses 6 „Informationsverarbeitung".

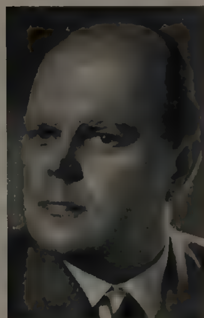


Dipl.-Math. *Rolf Basten* (31). Studium der Mathematik in Heidelberg und Karlsruhe, Diplomexamen 1955. Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Praktische Mathematik der TH Darmstadt (Prof. Walther). Seit 1956 in der Entwicklungsabteilung des Informatikwerkes der Standard Elektrik Lorenz AG, Stuttgart-Zuffenhausen.

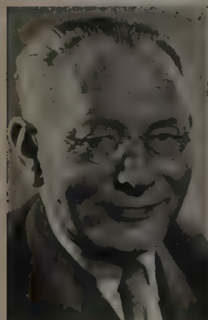
Dipl.-Ing. *Herbert Meyer* (46). Studium der Elektrotechnik und Nachrichtentechnik in Stuttgart und Darmstadt. Diplomexamen 1939. Seit 1939 bei Siemens & Halske AG in Berlin, Braunschweig und München. Seit 1954 in der Vertriebsabteilung des Gebietes „Nachrichtenverarbeitung" S & H, Wernerwerk T, München, Hofmannstraße.



Direktor *Hans Jacobsen* (47). Humanistisches Gymnasium, Abitur, Lehrzeit im Bankfach, Sparkassenfachprüfung, Bilanz-, Depot- und Organisationsprüfungen, vorwiegend bei öffentlichen Kreditinstituten, jedoch auch in der Industrie und in der gewerblichen Wirtschaft. Von 1937 bis 1950 Assistent, Prüfer und Prüfungsleiter bei der Treuhandgesellschaft für Kommunale Unternehmungen AG und der Deutschen Revisions- und Treuhand AG, Berlin. Seit 1950 bei der Hamburgischen Landesbank, Girozentrale.



Dr. techn. *Heinz Zemanek* (39). Bis 1944 Studium an der TH Wien. Seit 1947 Hochschulassistent in Wien, 1948/49 ein Studienjahr in Paris (Sorbonne, Ecole Normale Sup., PTT). Promovierte 1950 zum Dr. techn. Leitete die Entwicklung des elektronischen Rechenautomaten „Mailüfterl". Zahlreiche Fachveröffentlichungen, 1959 Buch „Elementare Informationstheorie". Seit 1958 Mitglied des NTG-Fachausschusses 6 „Informationsverarbeitung".



Prof. Dr. *Alwin Walther* (61). Studium an der TH Dresden und an der Universität Göttingen; 1922 Promotion in Dresden, anschließend sechs Jahre Assistent bei Prof. Courant in Göttingen. Berufung als Ordinarius für Mathematik an die TH Darmstadt 1928. Hier baute er in 30jähriger Arbeit das Institut für Praktische Mathematik (IPM) auf. Von 1952 bis 1955 Vorsitzender der GAMM; Mitglied verschiedener Kommissionen der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Vorstandsmitglied der Association for Computing Machinery (1958), Deutscher Vertreter im UNESCO-Ausschuß für ein Europäisches Rechenzentrum und Mitglied des Institute Europeen de Calcul Scientifique in Paris.

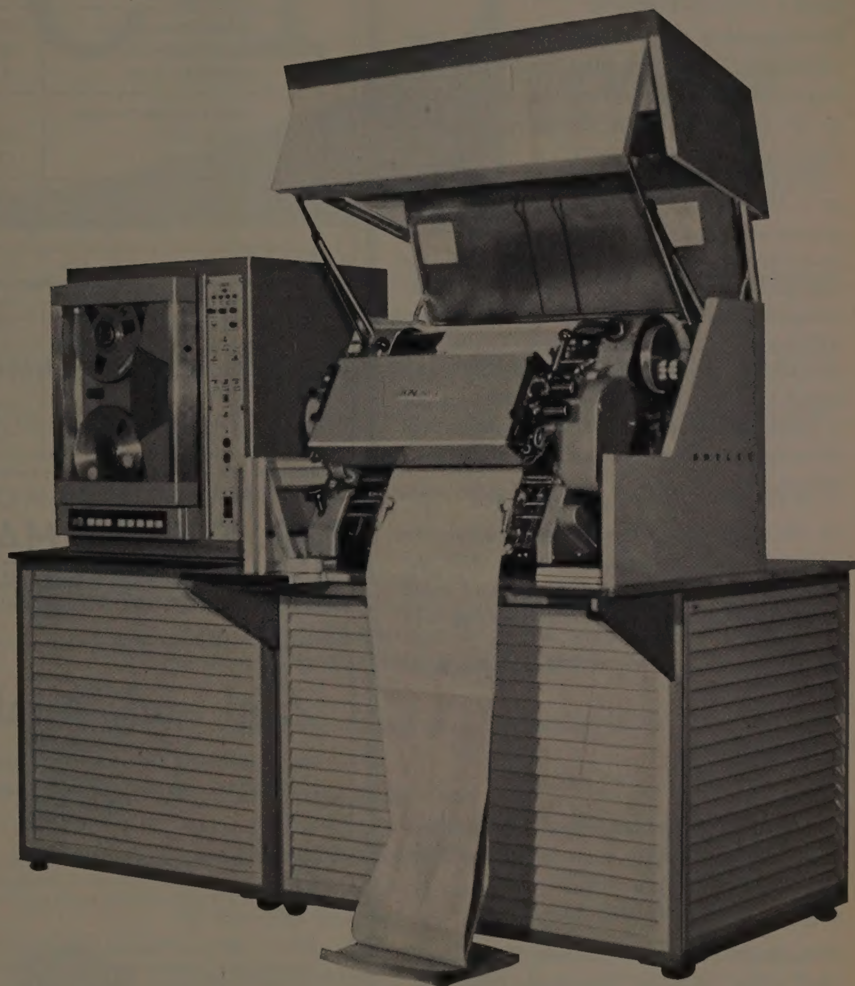


Dr.-Ing. E. h. *Konrad Zuse* (49), Bad Hersfeld. Über das Wirken Dr. Zuses berichteten wir ausführlich im ersten Heft dieser Zeitschrift.

Für Ihre elektronische Rechenanlage

ANELEX-AMPEX-Druckstation

zum Ausdrucken von digitalen Magnetbändern



AMPEX-Magnetbandgeräte

Hohe Bandgeschwindigkeit (bis 475 cm/sek) und dichte Informations-Packung auf speziellem AMPEX-Digital-Magnetband ermöglichen Übermittlungsgeschwindigkeiten von über 130000 Zeichen pro Sekunde. Bis zu 16 parallele Magnetspuren. Blockabstände kleiner als 12 mm, Start- und Stopzeiten 1,5 Millisekunden.

ANELEX-Schnelldrucker

drucken bis zu 2000 Zeilen pro Minute. Typengrößen mit maximal 24, 72 und 160 Kolonen. Bis zu 66 verschiedene Zeichen. Die Speisung kann ab Lochkarten, Lochstreifen oder Magnetband oder auch direkt vom Elektronenrechner erfolgen.

Omni Ray GMBH
Karlsplatz 7
MÜNCHEN

Omni Ray AG
Dufourstraße 56
ZÜRICH

Austronik GMBH
Franz-Josef-Straße 3
SALZBURG